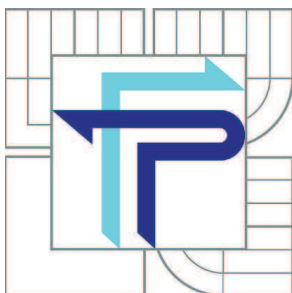


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH POČÍTAČOVÉ SÍTĚ V PRŮMYSLOVÉM PROSTŘEDÍ

DESIGN OF A COMPUTER NETWORKS FOR INDUSTRIAL ETHERNET

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MICHAL FRYČ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. VIKTOR ONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Fryč Michal

Manažerská informatika (6209R021)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává bakalářskou práci s názvem:

Návrh počítačové sítě v průmyslovém prostředí

v anglickém jazyce:

Design of a Computer Networks for Industrial Ethernet

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Analýza současného stavu

Teoretická východiska řešení

Návrh řešení

Zhodnocení a závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

DONAHUE, Gary A. Kompletní průvodce síťového experta. Vyd. 1. Brno : Comptuter Presss, 2009. 528 s. ISBN 978-80-251-2247-1.

HORÁK, Jaroslav. Počítačové sítě pro začínající správce. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Brno : Comptuter Presss, 2008. 327 s. ISBN 978-80-251-2073-6.

PUŽMOVÁ, Rita. Moderní komunikační sítě od A do Z. 2., aktualiz. vyd. . Brno : Comptuter Presss, 2006. 430 s. ISBN 80-251-1278-0.

PUŽMOVÁ, Rita. TCP/IP v kostce. 2. upr. a rozš. vyd. . České Budějovice : Kopp, 2009. 619 s. ISBN 978-80-7232-388-3.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

L.S.

Ing. Jiří Kříž, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA
Děkan fakulty

V Brně, dne 24.05.2011

Anotace

Cílem této bakalářské práce je navržení kabeláže pro Ethernet v průmyslovém prostředí ve firmě KBA-Grafitec s.r.o se sídlem v Dobrušce. Navržená kabeláž a síťové prvky musí splňovat zvýšené požadavky kladené průmyslovým prostředím.

The annotation

The aim of this bachelor's thesis is to design the cabling for industrial Ethernet in KBA-Grafitec, Inc. based in Dobruška. Designed cabling and network components have to meet higher requirement for industrial environments.

Klíčová slova

Datový kabel, datová zásuvka, port, datový rozvaděč, průmyslový Ethernet, trasa kabeláže, RJ45, kroucená dvojlinka

Keywords

Data cable, data socket, port, data rack, industrial Ethernet, route cabling, RJ45 twisted pair

Bibliografická citace

FRYČ, M. *Návrh počítačové sítě v průmyslovém prostředí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2011. 63 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, a že jsem v práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským)

V Brně dne 30. května 2011

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D a oponentovi Mgr. Miroslavu Tobyškovi za odbornou pomoc při vypracování této práce. Rovněž bych chtěl poděkovat panu Ing. Tomáši Kočnarovi za příležitost vypracovat tento projekt pro KBA-Grafitec s.r.o.

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Cíl práce.....	11
3	Analýza současného stavu	12
3.1	Společnost KBA-Grafitec s.r.o.	12
3.1.1.	Historie podniku	12
3.1.2.	Struktura společnosti.....	12
3.2	Výrobní program.....	15
3.3	Popis výrobního závodu.....	16
3.4	Popis výrobní haly.....	16
3.5	Popis současného stavu počítačové sítě	16
3.6	Požadavky na počítačovou síť na rekonstruované hale	17
4	Teoretické podklady	18
4.1	Struktura sítě	18
4.1.1.	Sítě podle velikosti.....	18
4.1.2.	Topologie sítí	19
4.1.3.	Struktura kabeláže.....	22
4.2	Referenční model ISO/OSI	25
4.2.1.	Fyzická vrstva	26
4.2.2.	Linková vrstva	26
4.2.3.	Síťová vrstva.....	26
4.2.4.	Transportní vrstva	27
4.2.5.	Relační vrstva	27
4.2.6.	Presentační vrstva	27
4.2.7.	Aplikační vrstva.....	27
4.3	Přenosová media	27
4.3.1.	Koaxiální kabel	28
4.3.2.	Symetrický kabel	30
4.3.3.	Optické kabely	33
4.4	Značení prvků sítě	35
4.5	Datový rozvaděč.....	35
4.6	Průmyslové prostředí	37
4.6.1.	Elektromagnetické vlnění silových rozvodů.....	37
4.6.2.	Stupně ochrany krytí elektrických zařízení	39
4.6.3.	Vyšší mechanické nároky	41
4.7	Způsoby vedení kabeláže	41
4.7.1.	V podlaze	41
4.7.2.	V podhledu.....	42
4.7.3.	Pod omítkou.....	42
4.7.4.	V žlabu nebo liště	42
5	Návrh řešení	44
5.1	Volba kabeláže	44
5.2	Volba provedení zásuvek	44
5.3	Návrh trasy kabeláže	46
5.3.1.	Volba způsobu vedení kabelů	47
5.3.2.	Kolize datový tras se silnoprudem.....	47
5.3.3.	Kolize s pojezdovými dráhami jeřábu	48

5.3.4.	Trasa kabeláže.....	48
5.4	Datový rozvaděč.....	48
5.5	Značení datových rozvaděčů, patch panelů, znační vodičů, zásuvek, portů v na patch panelu	51
5.6	Cenová kalkulace	52
6	Závěr	53

1 Úvod

Tato práce je zaměřená na návržení kabelážního systému pro průmyslový ethernet ve společnosti KBA Grafitec s.r.o. se sídlem v Dobrušce. Kabelážní systém bude navržen pro rekonstruovanou halu montáže ofsetových tiskařských strojů. Podmínky pro rozmístění přípojných míst byly zadány vedoucím IT oddělení, panem Ing. Tomášem Kočnarem.

Navržený kabelážní systém musí vyhovovat zvýšeným nepříznivým vlivům, pokud na hale působí. Mezi tyto vlivy patří například prašnost, voda, chemické látky elektromagnetické rušení, vibrace, lidský faktor a další.

2 Cíl práce

Cílem této práce je navrhnout rozvody datové sítě na výrobní hale společnosti KBA Grafitec s.r.o. se sídlem v Dobrušce. Tento návrh zahrnuje volbu kabelů, datových zásuvek a datového rozvaděče, datové trasy a značení jednotlivých prvků sítě. Na základě vybraných komponent bude vypracován rozpočet materiálu.

3 Analýza současného stavu

Investor, společnost KBA-Grafitec s.r.o. se sídlem v Dobrušce zastoupená vedoucím IT oddělení panem Ing. Tomášem Kočnarem, má celkem jednoznačné požadavky na vytvoření kabeláže. Musí splňovat podmínky použití v průmyslové hale s dostatečnou kapacitou do budoucna.

3.1 Společnost KBA-Grafitec s.r.o.

Společnost KBA-Grafitec patří ke světovým výrobcům ofsetových tiskových strojů.



Orb. 1: Logo společnosti (zdroj *Loga* [online]. 2011 [cit. 2011-05-14]. Dostupné z WWW: <http://www.kba-grafitec.cz/cs/public_media/logos.shtml>.)

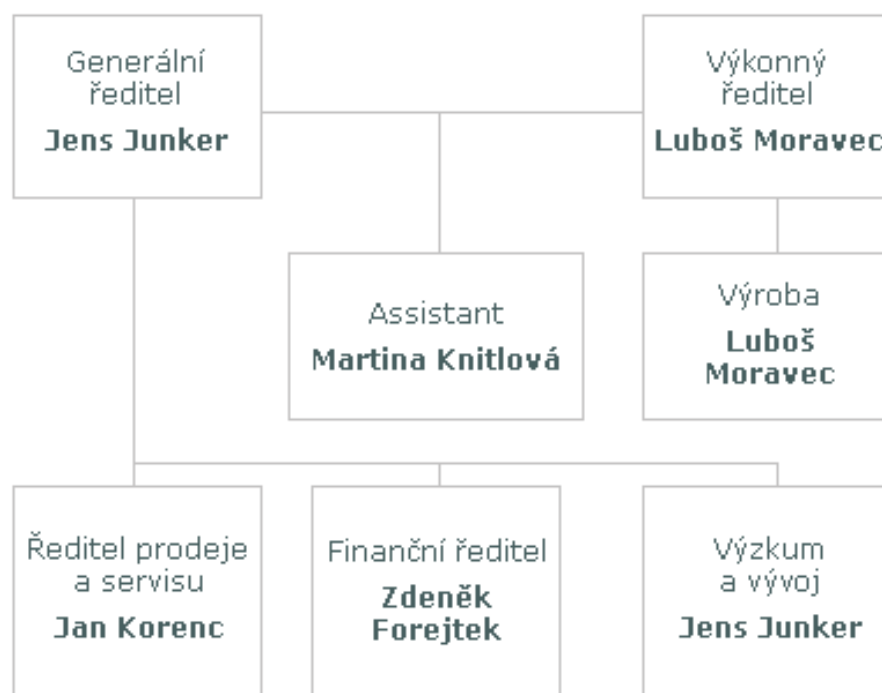
3.1.1. Historie podniku

- 1991 Založení společnosti Grafitec
- 1995 Kapitálový vstup do Dobrušských strojíren a.s., které po roce 1992 zahájili výrobu archových ofsetových strojů značky Polly
- 2000 Kapitálový vstup americké firmy Charles Winslow Partners L.P.
- 2001 Sjednocení společnosti Grafitec Praha, Grafitec Dobruška a Grik
- 2000 Spojení s výrobním závodem Dobrušské strojírny, vznik společnosti pod názvem Grafitec, spol. s r.o.
- 2005 Skupina KBA se stala 100% vlastníkem Grafitecu¹

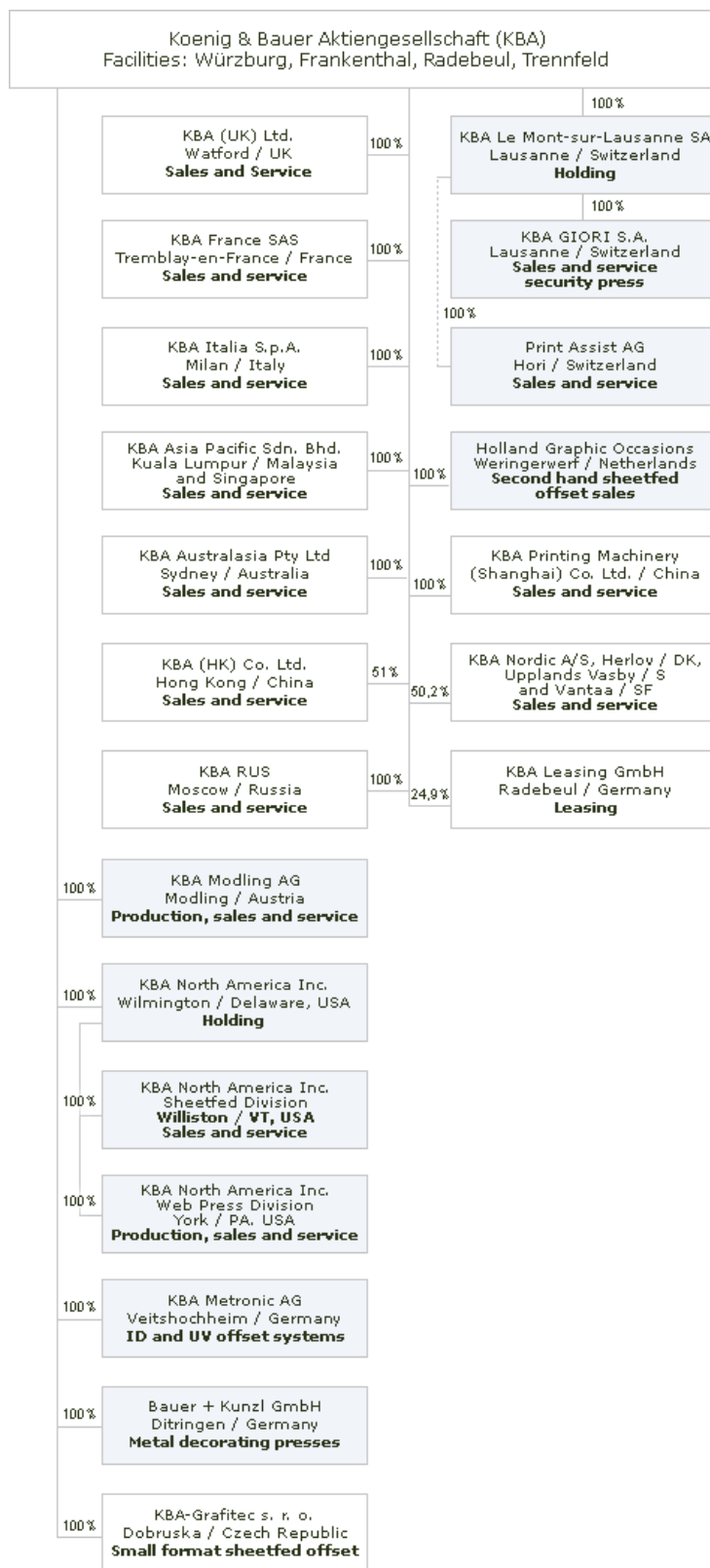
3.1.2. Struktura společnosti

Společnost KBA-Grafitec s.r.o. je členem nadnárodní skupiny KBA, na Obr. 2 je uvedena organizační struktura ve společnosti KBA-Grafitec s.r.o. v Dobrušce. Na Obr. 3 je pak postavení KBA-Grafitec s.r.o. v Dobrušce ve struktuře skupiny KBA.

¹ *Historie* [online]. 2011 [cit. 2011-04-21]. Dostupné z WWW: <http://www.kba-grafitec.cz/cs/about_us/history.shtml>.



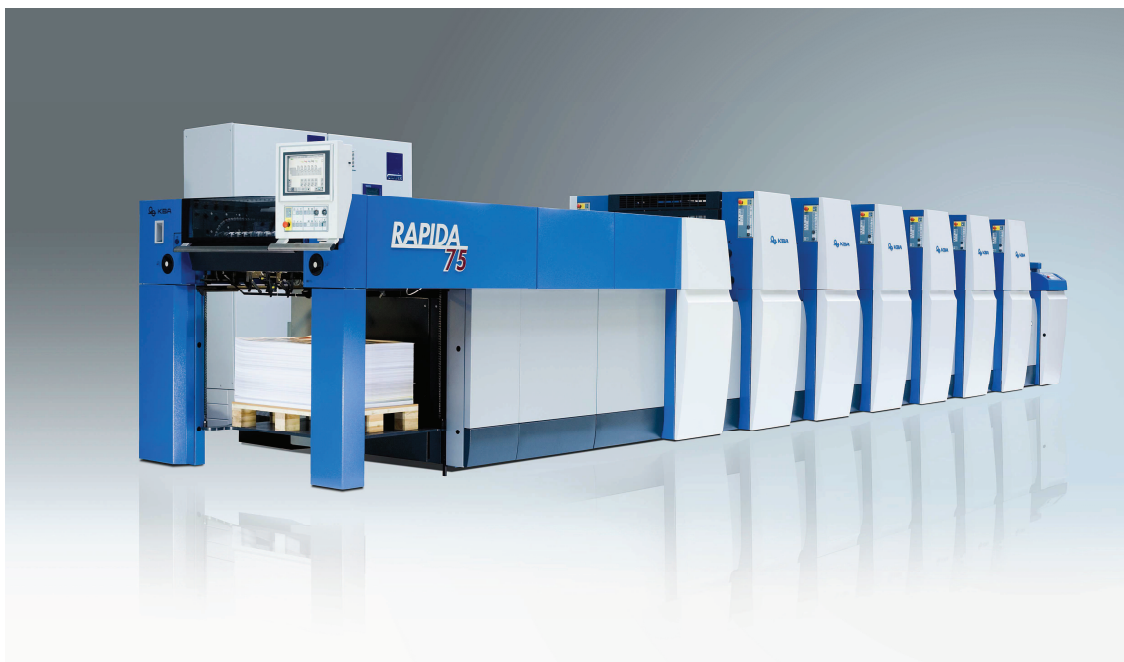
Orb. 2: Organizační struktura společnosti KBA-Grafitec s.r.o. v Dobrušce (zdroj *Organizační struktura* [online]. 2011 [cit. 2011-05-14]. Dostupné z WWW: <http://www.kba-grafitec.cz/cs/about_us/organisation_structure.shtml>.)



Orb. 3: Struktura skupiny KBA (zdroj *Organizační struktura* [online]. 2011 [cit. 2011-05-14]. Dostupné z WWW: <http://www.kba-grafitec.cz/cs/about_us/organisation_structure.shtml>.)

3.2 Výrobní program

Firma KBA-Grafitec s.r.o. vyrábí archové ofsetové tiskové stroje pro tisk na formáty A2 a B2. Tiskařský stroj KBA Rapida 75, který je na Obr. 4, je jedním typem který je v Grafitecu vyráběn. Grafitec stroje vyvíjí, vyrábí válce pro tisk a konstrukci pro stroj. Další díly pro stroje odebírá od dodavatelů.



Orb. 4: Tiskařský stroj KBA Rapida 75 (zdroj *Fotografie-RAPIDA 75* [online]. 2011 [cit. 2011-05-14]. Dostupné z WWW: <http://www.kba-grafitec.cz/cs/public_media/photographs/rapida_75.shtml>.)

Ofsetový tisk

Nepřímý technika tisku založená na vzájemné odpudivosti vody a barvy. Na tiskové formě jsou netisknoucí místa, která přijímají vodu a odpuzují barvu, a tisknoucí místa, která vodu odpuzují a přitahují barvu. Z tiskové formy je barva přenesena na válec s pružným ofsetovým potahem a odtud se barva přenáší na papír. Tisk se provádí soutiskem více barev. Každá barva má svou věž, ve které se tiskne. Nakonec je papír povrchově upraven lakem a lak usušen.²

² *Polygrafický tahák- Ofsetový tisk I* [online]. 2011 [cit. 2011-05-20]. Dostupné z WWW: <http://www.hrg.cz/download/pravitko_ofset-tisk_01.pdf>.

3.3 Popis výrobního závodu

Areál společnosti se skládá z výrobních hal, skladových budov, administrativních budov, kotelny a dalších. Pro přiblížení výrobního závodu je v PŘÍLOZE 6 celý areál podniku s označením jednotlivých budov. Rekonstruovaná hala je nazvána HALA M2. Samotná výrobní část HALY M2, kde mají být zhotoveny nové rozvody ethernetové sítě je zvýrazněna šedou barvou. V druhé části haly jsou skladové plochy, dílny dodavatele a kanceláře logistiky. K hale je připojena třípatrová budova sociální, kde jsou kancelářské prostory a šatny a další.

3.4 Popis výrobní haly

Výrobní část HALY M2, kde mají být zhotoveny nové rozvody pro ethernetovou síť má rozměry 110x35m, výška od podlahy ke stropu je 9m. Konstrukce haly je z betonových sloupů a překladů. Jedna řada sloupů rozděluje podélně celou halu na dvě poloviny. Obvodové zdi jsou z panelů. Plán výrobní haly se skladovou částí a sociální přístavbou je v PŘÍLOZE 7.

Na hale jsou nově vylity betonové podlahy na povrchu upravené epoxidovou stěrkou. V obou polovinách výrobní haly jsou mostní jeřáby. Pojezdové dráhy stávajícího jeřábu v polovině haly blíž k přístavbě jsou připevněny k betonovým sloupům. V druhé polovině haly je menší jeřáb, jehož pojezdové dráhy jsou na železné konstrukci.

V přední části haly se vyrábí podkomplety pro tiskařské stroje, v této části se počítá s nastalo připojenými počítači, aby byl stálý přístup k technické dokumentaci. Největší střední část haly zabírají pracoviště, kde se kompletují celé stroje. V této části haly budou počítače připojené jen při úpravách výrobního programu. V zadní části jsou přípravná pracoviště a zde budou také nastalo připojené počítače.

3.5 Popis současného stavu počítačové sítě

V PŘÍLOZE 6 jsou naznačeny rozvody optických kabelů po areálu závodu. Zakreslené trasy jsou pouze přibližné trasy z důvodu chybějící přesné dokumentace.

Páteřní sekce

Páteřní rozvody počítačové sítě v areálu společnosti jsou realizovány pomocí optických vláken. Centrální rozvaděč je umístěn ve druhém patře SPRÁVNÍ A SOCIÁLNÍ BUDOVY. Odtud jdou optická vlákna do BUDOVY OBCHODNÍHO ODDĚLENÍ, HALY MONTÁŽE, HALY SKLADOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ, VRÁTNICE, a do BUDOVY SOCIÁLNÍ C2, a odtud je vedeno optické vlákno do HALY M2. Rozvody jsou vedeny v plastových lištách po stěně, přes HALU MONTÁŽE a HALU TĚŽKÉ OBROBNY jsou vedeny kolektorem v podlaze. Do BUDOVY SOCIÁLNÍ C2 je rozvod zavěšen v chrániče na ocelovém lanu mezi budovami. Na HALE M2 jsou umístěny dva nástěnné rozvaděče, které nebyly zatím demontovány. K rozvaděči, který bude v návrhu později označen jako RD 01 je přiveden duplexní optický kabel ze sociální přístavby. Oba rozvaděče jsou částečně poškozeny od neopatrné demontáže technologie, proto budou nahrazeny novými.

Pracovní sekce v HC

Optické vlákno je zakončeno v konvertoru z optického vlákna na metalické. Z konvertoru je veden UTP kabel do switchu.

Horizontální sekce

Horizontální sekce je provedena pomocí UTP kabelů zapojených do příslušných zásuvek. Nedostatky a hrozby stávajících rozvodů počítačové sítě jsou především na halách, kde se v některých sbíhají metalické kabely pro počítačovou síť s kabely silových rozvodů. Tím může docházet k rušení přenosu. Dalším nedostatkem zejména ke snadné udržitelnosti sítě je, že IT oddělení nemá přesně zdokumentovaný současný stav rozvodů. Zejména trasy kabeláže k jednotlivým zásuvkám v horizontální sekci jsou problémové, při každé poruše je třeba zdlouhavě hledat závadu.

3.6 Požadavky na počítačovou síť na rekonstruované hale

- Rozmístění a počty zásuvek budou provedeny na základě dohody s vedoucím IT oddělení
- Odolnost proti nepříznivým vlivům v prostředí výrobní haly, jako jsou mostní jeřáby, elektromagnetické vlnění a lidský faktor

4 Teoretické podklady

V této části bakalářské práce jsou teoretické podklady pro vypracování návrhu počítačové sítě ve výrobní hale. Je zde popsáno rozdělení počítačových sítí podle velikosti a podle spojení koncových uzlů. Dále je zde zmíněn referenční model ISO/OSI. Podrobně jsou rozebrány typy přenosových medií. Značení zásuvek, kabelů a dalších prvků počítačové sítě. Je zde vysvětlen pojem datový rozvaděč a na závěr jsou zde uvedena specifika průmyslového prostředí.

4.1 Struktura sítě

V této kapitole si rozdělíme počítačové sítě podle velikosti a podle toho, jak jsou jednotlivé prvky sítě uspořádány.

4.1.1. Sítě podle velikosti

Podle velikosti sítě můžeme sítě rozdělit na čtyři druhy sítí, které však nemají explicitně definovaný geografický rozsah.

LAN- Local Area Network

Místní síť na malém území, typicky domácnosti, jednotlivé místnosti, menší podniky, školy a další. Převážně se využívá ethernet či Wi-fi. Slouží ke sdílení dat s ostatními zařízeními v síti, sdílení internetu, tiskáren a dalších síťových zařízení. Levné pořizovací náklady a vyšší rychlosti, vlastníkem je provozovatel sítě.

WAN- Wide Area Network

Síť na velkém území, kraj, stát, kontinent, celý svět. Celosvětovou sítí WAN je internet. Oproti LAN má nižší rychlost, využívá různé topologie.

PAN- Personal Area Network

Síť typu PAN má malý rozsah, jen několik metrů, a nižší přenosové rychlosti. Používá se pro spojení mobilních zařízení, jako jsou mobilní telefony, PDA, notebook a další. Typickou technologií pro takovéto sítě Bluetooth, nebo IrDA (infračervený port).

MAN- Metropolitan Area Network

„Metropolitní síť je obvykle uvažovaná jako počítačová síť ve městě. Je to rozlehlá síť spojující menší sítě nejčastěji pomocí Wi-Fi nebo pomocí optického vlákna. Rychlost sítí MAN je vysoká a dá se řadit k sítím LAN.“³

4.1.2. Topologie sítí

Topologie sítě určuje, jakým způsobem jsou v síti spojeny koncové uzly. Máme tři základní druhy topologií, sběrnice, kruhovou, hvězdicovou, a pak kombinace těchto základních topologií.

Sběrnice

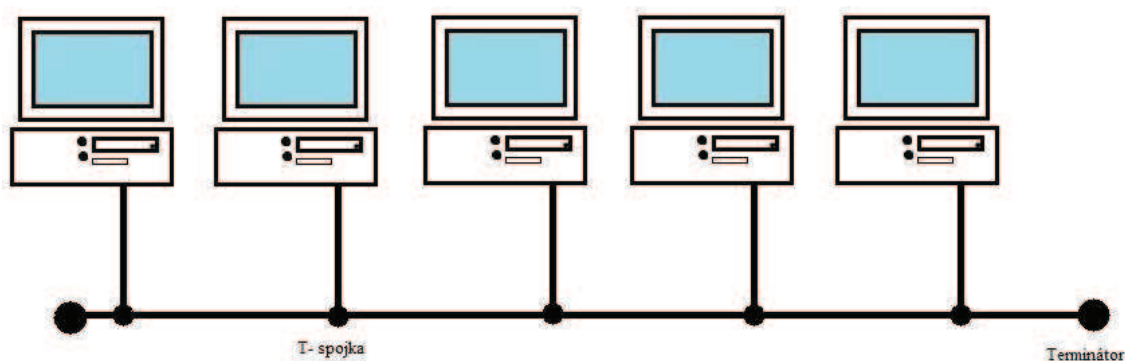
„Topologie sběrnice nemá centrální uzel a všechny uzly jsou připojeny ke sdílenému přenosovému prostředku, který umožňuje komunikaci každý s každým. Vyžaduje složitější řízení přístupu ke sdílenému prostředku a komplikovanější protokoly pro řízení přenosu dat po sběrnici. Informační signál nesoucí zprávu se šíří sběrnici všemi směry a všechny stanice mají přístup ke všem zprávám; skutečně přijmou však jen takovou, která je jim podle cílové adresy skutečně určena.“

Ke sběrnici lze snadno přidávat nebo odebírat uzly, aniž se tím poruší informační tok. Jako přenosový prostředek se typicky používá koaxiální kabel. Topologie sběrnice může být také ve dvou provedeních, aktivní a pasivní. V praxi je rozšířena pasivní struktura s obousměrným přenosem po jednom koaxiálním kabelu.

Výhodou sběrnice je použití jednoho vedení, zřejmý způsob propojení, snadné přidání nebo odebrání stanice ze sítě; naproti tomu však vysoký počet odboček může způsobovat problémy v síti (rozpojení konektoru může znamenat selhání celé sítě) a vysoký počet připojených stanic může značně omezit využití sběrnice (např. nárůst kolizí u Ethernetu).“⁴

³ MAN [online]. 2010 [cit. 2011-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://site-iktinfo.jex.cz/thema/man>>.

⁴ PUŽMOVÁ, Rita. *TCP/IP v kostce*. 2009. s. 103.



Orb. 5: Sběrníková topologie (zdroj vlastní)

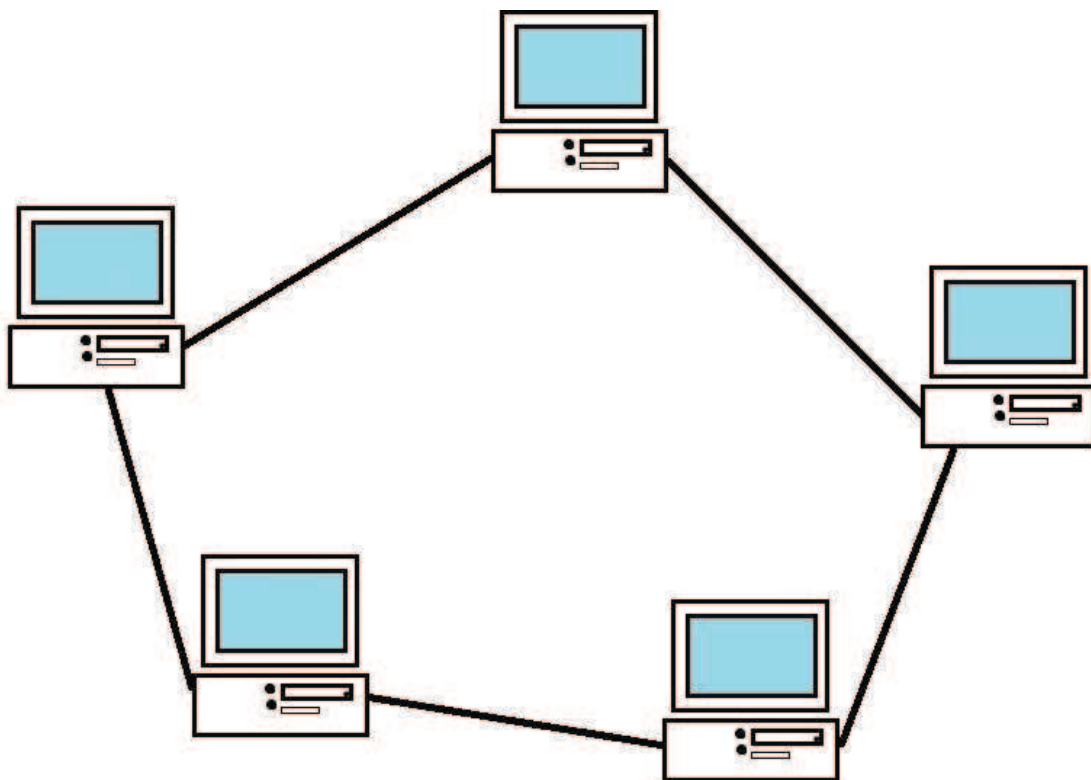
Kruhová topologie

„Topologie kruh rovněž nemá centrální uzel. Spojuje každé zařízení pouze s předchozím a následujícím v síti, s ostatními uzly v síti probíhá komunikace nepřímo, přes jeden nebo více dalších uzlů. Zprávy obíhají uzavřenou cestou jedním směrem mezi uzly, proto není třeba řešit žádné směrování toku. Každý uzel převezme zprávu od svého předchůdce, a pokud není sám adresátem zprávy, předá ji svému následovníkovi. Jinými slovy každá stanice na kruhu slouží jednak jako opakovač signálu a jednak jako bezpečnostní pojistka proti chybným zprávám.“⁵

„Výhodou kruhové topologie je jednoduchý způsob předávání datových zpráv bez existence kolizí mezi stanicemi; největší nevýhodou je, že při výpadku stanice dojde k přerušení činnosti sítě. Jednoduchý kruh lze zdvojením přenosového prostředku učinit obousměrným, nebo zálohovaným (FDDI).“⁶

⁵ PUŽMOVÁ, Rita. *TCP/IP v kostce*. 2009. s. 103-104.

⁶ Tamtéž



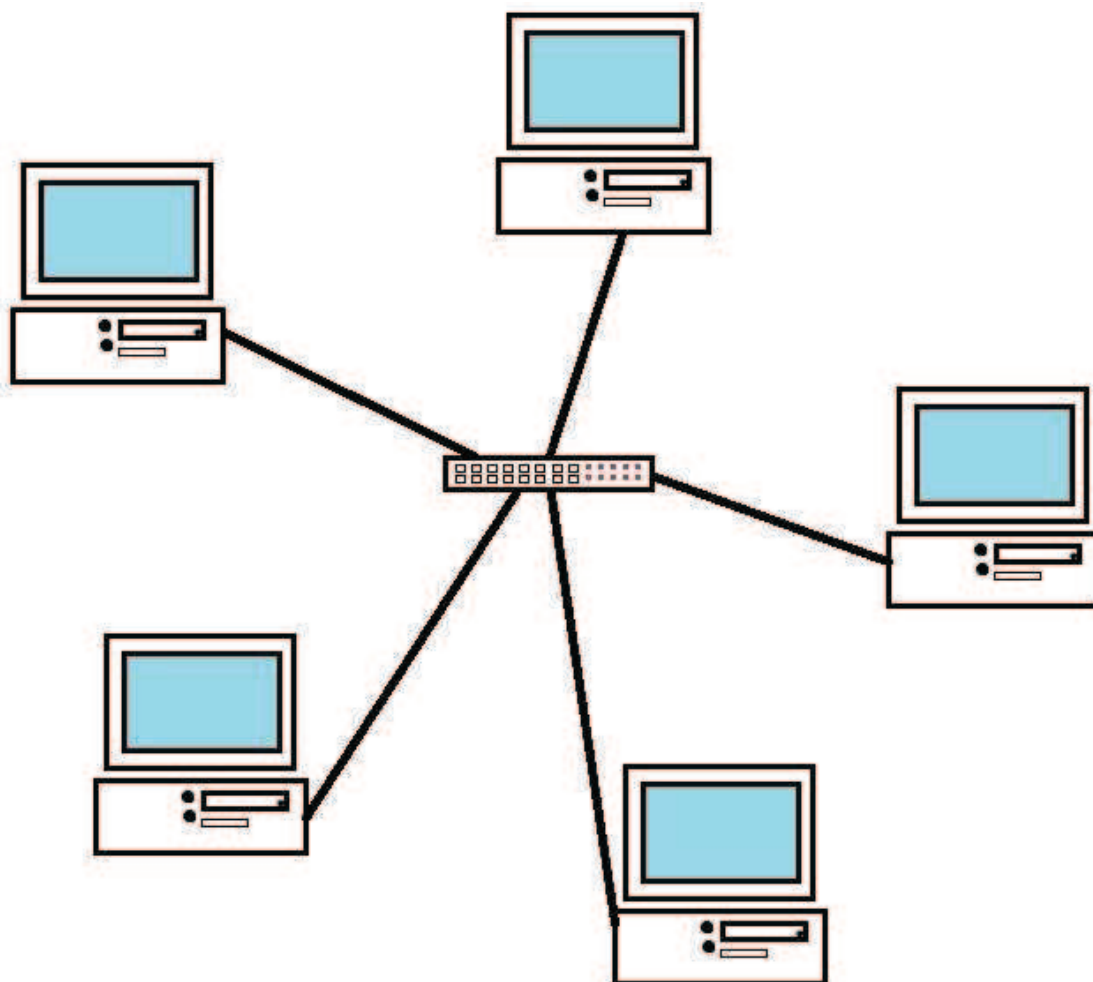
Orb. 6: Kruhová topologie (zdroj vlastní)

Hvězdicová topologie

„Topologie hvězda u LAN je nejrozšířenější strukturou LAN a je analogií starých terminálových sítí s centrálním řízením. Centrální uzel řídí směrování v síti, zatímco ostatní uzly se o směrování dat nestarají a mohou proto být velmi jednoduché. Je vhodná v případech, kdy v aplikaci převažuje komunikace vedená mezi krajovým a centrálním uzlem. Pokud vyžaduje aplikace komunikaci mezi okrajovými uzly, kladou se na centrální uzel vysoké požadavky (na výkon i spolehlivost). Tyto sítě jsou méně spolehlivé ve srovnání s ostatními používanými topologiemi. Přenos dat v těchto sítích lze řídit jednoduchými protokoly a lze jej snadno monitorovat.

Hvězdicová topologie má dvě varianty: aktivní a pasivní s centrálním propojovacím prvkem (koncentrátorem nebo rozbočovačem, hub). Aktivní hvězda má ve svém středu opakovače signálu, případně zařízení s implementací části protokolu. Pasivní hvězda má v tomto bodě pouze pasivní člen, který slouží k distribuci signálu vyslaného jednotlivými stanicemi. Pasivní hvězdicová topologie je tak degenerací sběrnicové topologie, kde kmenové vedení degeneruje na bod a síť tvoří pouze přípojná vedení jednotlivých stanic.

Výhodou topologie hvězda je menší náchylnost k poruchám kabelů (jen v rámci jednotlivých propojení mezi centrálním a koncovým uzlem) a souvisejícím výpadkům sítě (při poruše jednoho spoje není postižena celá síť, ale jen příslušná stanice, vyjma případu, kdy je výpadkem postižen centrální uzel), jednoduché protokoly a snadné monitorování. Nevýhodou je větší spotřeba kabelových vedení, bez možnosti smyček.“⁷



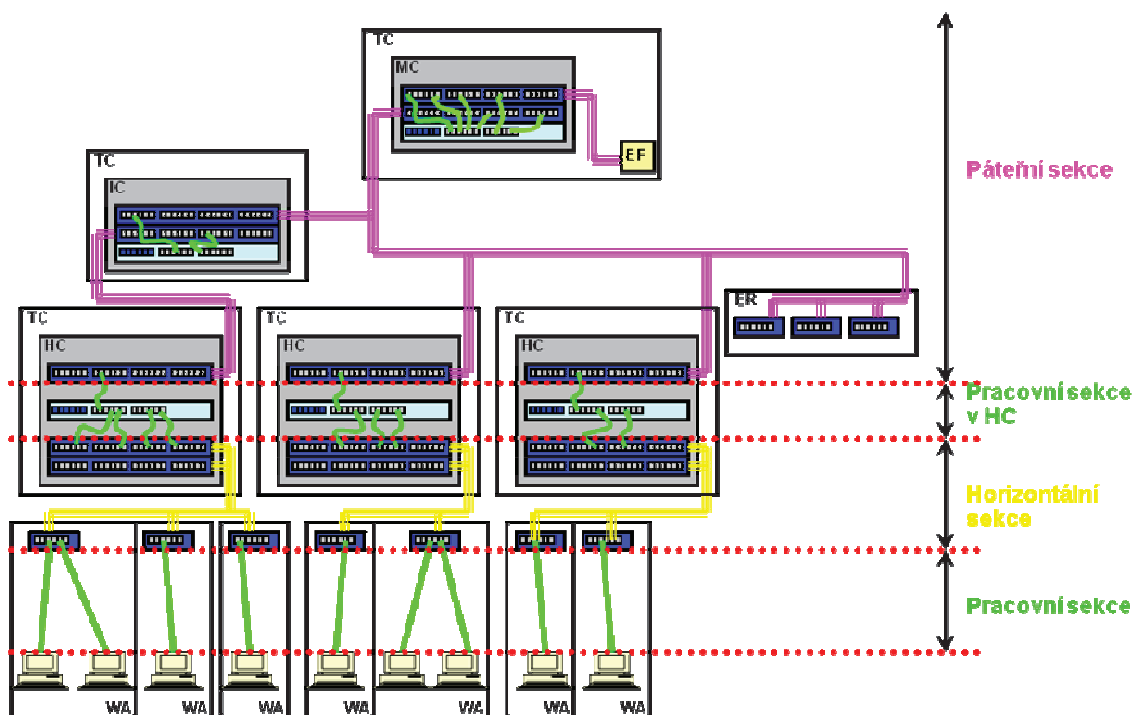
Orb. 7: Topologie hvězda (zdroj vlastní)

4.1.3. Struktura kabeláže

Kabelážní systém se zpravidla rozděluje na tři sekce. Obr. 8 ilustruje, jak jednotlivé sekce chápeme. Každá sekce má vlastnosti specifikované příslušnou normou.

- Páteřní sekce- vertikální rozvody- EN50169
- Horizontální sekce- horizontální rozvody- EN 50167
- Pracovní sekce- pracovní oblast- EN 50168

⁷ PUŽMOVÁ, Rita. *TCP/IP v kostce*. 2009. s. 102-103 .



Orb. 8: Struktura kabeláže (zdroj ONDRÁK, V. *Lekce 5- Kabelážní systémy*. [CD-ROM] 2009. Brno: Ústav informatiky.)

Vertikální sekce

Pátevní sekce je část kabeláže, která propojuje hlavní rozvaděč s rozvaděči pro horizontální sekci a s místnostmi, kde je nainstalováno aktivní zařízení sítě. Pátevní sekce má hvězdicovou topologii se středem v hlavním rozvaděči.

Metalické kabely

- Použití pouze pro hlasové služby.
- Využívá se multipárový kabel s vodiči typu drát.
- Maximální délka pro nestíněný kabel je 800m a pro stíněný 700m.
- V lince nesmí být křížení.

Optické kabely

- Používají se kabely typu OPDS, Breakout.
- Maximální délka pro single- mode je 3000m, pro multimode gradient 2000m.
- V lince musí být křížení

Horizontální sekce

Horizontální sekce je část kabeláže od datového rozvaděče k datové zásuvce. V datovém rozvaděči je kabel zapojen v patch panelu. Délka linky je maximálně 90m.

Metalické kabely

- Využívá se čtyřpárový kabel s vodiči typu drát, oba konce jsou zakončeny Jackem RJ45.
- Nelze jeden konec zakončit Plugem RJ45, například pro zapojení v rozvaděči přímo do switchu.
- V lince nesmí být křížení.
- Všechny vodiče kabelu musí být zakončeny v jedné zásuvce.
- Při využití stíněných kabelů se zemnicí vodič uzemňuje pouze v datovém rozvaděči.
- Kabely kategorie 5 a výše nesmí být v horizontální sekci přerušeny.
- Kabely kategorie 6 a vyšší se nesmí zatahovat do trubek.

Optické kabely

- Používají se kabely typu Duplex, Breakout.
- V lince musí být křížení

Pracovní sekce

Pracovní sekce propojuje zásuvky s koncovými uzly a zásuvku v datovém rozvaděči s aktivním prvkem. Součet obou délek nesmí být delší než 10m, v datovém rozvaděči maximálně 6m.

Metalické kabely

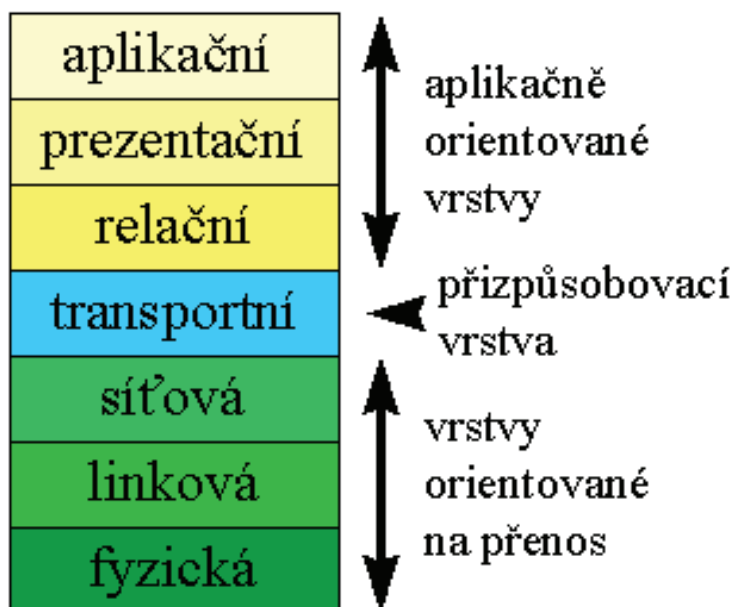
- Využívá se čtyřpárový kabel s vodiči typu lanko.
- Oba konce jsou zakončeny Plugem RJ45.
- V kabelu může být křížení.

Optické kabely

- Používají se kabely typu Simplex, Duplex, OPDS.
- Přenos typu multimode.
- V kabelu může být křížení.⁸

4.2 Referenční model ISO/OSI

Již od počátku vzniku sítí bylo využíváno principu vrstev. Vznikali ale jednotlivé uzavřené síťové architektury neumožňující propojení systémů různých výrobců. Vznikl tedy tlak na budování otevřených systémů, takových systémů že zařízení od různých výrobců jsou připojitelná na síť. V roce 1984 mezinárodní normalizační organizace ISO vytvořila sedmi vrstevový referenční model OSI, který normalizoval propojení otevřených systémů.⁹ Struktura referenčního modelu ISO/OSI je na Obr. 9.



Orb. 9: Referenční model ISO/OSI (zdroj PETERKA, Jiří. *Sedm vrstev ISO/OSI* [online]. 1996 [cit. 2011-04-21]. Dostupné z WWW: <<http://www.earchiv.cz/a96/a625k150.php3>>.)

⁸ ONDRÁK, V. *Lekce 5- Kabelážní systémy*. [CD-ROM] 2009. Brno: Ústav informatiky.

⁹ PUŽMOVÁ, Rita. *TCP/IP v kostce*. 2. 2009. s. 42-43.

Tři horní vrstvy se orientují aplikačně, tři spodní vrstvy modelu jsou orientovány na přenos. Prostřední, tedy čtvrtá transportní vrstva, zajišťuje přizpůsobení mezi spodní a vrchní trojicí.

Při komunikaci mezi dvěma uzly jsou rovnocennými partnery právě dvě stejné vrstvy. Pro komunikaci však musí využít služeb nižší vrstvy.

4.2.1. Fyzická vrstva

Fyzická vrstva má na starosti aktivaci, udržení a deaktivaci fyzického spojení. Fyzické spojení může být dvoubodové (sériová linka) nebo mnohobodové (Ethernet). Přenosovou jednotku fyzické vrstvy je 1bit. Kódování binárních dat, napěťové úrovně, fyzické rychlosti, maximální přenosové vzdálenosti, fyzické konektory a další jsou definovány na rozhraní fyzické vrstvy a fyzickými prostředky. Přenosové prostředí není součástí referenčního modelu ISO/OSI.¹⁰

4.2.2. Linková vrstva

Linková vrstva, v některých literaturách pojmenovaná jako spojová vrstva. Jednotkou přenosu linkové vrstvy je rámec. Linkovou vrstvu můžeme rozdělit ještě na dvě podvrstvy, a to podvrstvu řízení logického spoje a podvrstvu řízení přístupu k přenosovému médiumu.

Podvrstva řízení logického spoje, zkráceně z angličtiny LLC (Logical Link Control), poskytuje rozhraní mezi vyššími vrstvami a konkrétním přenosovým prostředkem. Jejím úkolem je řízení toku a detekce chyb.

Podvrstva řízení přístupu k přenosovému prostředku, zkráceně z angličtiny MAC (Media Access Control), zajišťuje fyzické adresování a řízení přístupu k fyzickému médiumu. K adresování využívá MAC adresy. Každý koncový uzel má svou unikátní 48 bitovou MAC adresu.¹¹

4.2.3. Síťová vrstva

Přenosovou jednotkou síťové vrstvy je paket. Síťová vrstva je odpovědná za komunikaci v kompletní síti, směrování, a přenos paketů od zdroje k cíli.¹²

¹⁰ PUŽMOVÁ, Rita. *TCP/IP v kostce*. 2009. s. 57-58.

¹¹ Tamtéž s. 56.

¹² Tamtéž s. 55-56.

4.2.4. Transportní vrstva

„Typickou činností transportní vrstvy je dělení přenášené zprávy na pakety a opětovné skládání přijatých paketů do zpráv (při přenosu se mohou pakety pomíchat či ztratit).“¹³

4.2.5. Relační vrstva

„Navazuje a po skončení přenosu ukončuje spojení. Může provádět ověřování uživatelů, zabezpečení přístupu k zařízením...“¹⁴

4.2.6. Presentační vrstva

„Má na starosti konverzi dat, přenášená data mohou být v různých sítích různě kódována. Tato vrstva zajišťuje sjednocení formy vzájemně přenášených údajů. Dále data komprimuje, případně šifruje... V praxi často splývá s relační vrstvou.“¹⁵

4.2.7. Aplikační vrstva

„Je určitou aplikací (např. oknem v programu) zpřístupňující uživatelům síťové služby. Nabízí a zajišťuje přístup k souborům (na jiných počítačích), vzdálený přístup k tiskárnám, správa sítě, elektronické zprávy (včetně e-mailu)...“¹⁶

4.3 Přenosová media

Přenosová media můžeme rozdělit do tří základních skupin, a to na koaxiální kabely, symetrické kabely a optické kabely. V Tab. 1 jsou základní charakteristiky jednotlivých kabelů, které budou dále rozebrány.

¹³ HORÁK, Jaroslav. *Počítačové sítě pro začínající správce*. 2008. s. 18.

¹⁴ Tamtéž

¹⁵ Tamtéž

¹⁶ Tamtéž

Tab. 1: Charakteristiky kabelů (převzato z PUŽMOVÁ, Rita. *TCP/IP v kostce*. 2009. s. 77.)

Charakteristika	Symetrický kabel	Koaxiální kabel	Optické vlákno
Náklady na instalaci	Nízké	Nízké až vysoké	Vysoké
Přenosová rychlost	Do 1 Gbit/s	Do 1 Gbit/s	Do 1 Gbit/s (mnohovidové vlákno), do 10 Gbit (jednovidové vlákno), s WDM téměř 1 Tbit/s
Délka	90-150m	600-1200m	Řádově km u mnohovidového vlákna, řádově desítky km u jednovidového vlákna
Odolnost proti rušení	Nízká (UTP), střední (STP)	Střední až vysoká	Velmi vysoká
Obtížnost instalace	Malá	Malá	Střední
Spolehlivost	Střední až vysoká	Vysoká	Vysoká

4.3.1. Koaxiální kabel

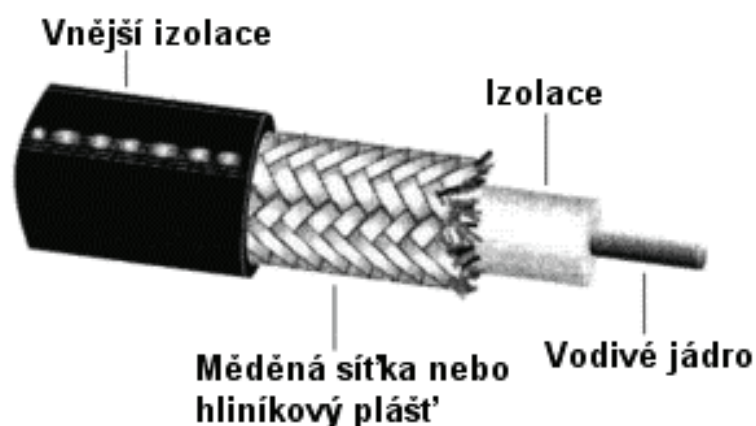
Koaxiální kabel se dnes v sítích téměř nepoužívá, ale aspoň okrajově se o něm v této kapitole zmíním. Jeho uplatnění je zejména ve sběrníkové topologii.

Jak je vidět na Obr. 10, kabel tvoří dva vodiče, z nichž jeden obaluje druhý, mezi nimi je izolační vrstva. Data jsou přenášena pomocí elektrického proudu. Přenos dat probíhá pouze po vnitřním vodiči- jedná se tedy o nesymetrický přenos. Vnější vodič funguje jako stínění proti vnějšímu elektromagnetickému rušení. Má vyšší odolnost proti elektromagnetickému rušení a proti indukovaným napětím než symetrický kabel. Nechrání však dobře proti magnetickému rušení. V základním pásmu se používají kmitočty do 50MHz, pro zvýšení přenosové rychlosti se využívá modulace digitálního signálu na vysokofrekvenční signál.

V Ethernetu používáme dva typy koaxiálních kabelů:

- **Silný-** vnitřní vodič je obklopen čtyřmi vrstvami izolace a stínění. Využívá se pro pátevní rozvody kvůli náročnější instalaci, zejména poloměr ohybu.
- **Tenký-** vnitřní vodič je obklopen jednou vrstvou izolace a stínění. Má nižší odolnost proti vnějším vlivům, je jednodušší na instalaci a má nižší cenu.¹⁷

¹⁷ PUŽMOVÁ, Rita. *TCP/IP v kostce*. 2009. s. 75-76.



Orb. 10: Koaxiální kabel (zdroj *Ethernet- technologie 10BASE* [online]. 2010 [cit. 2011-05-3].
Dostupné z WWW: <<http://site.the.cz/index.php?id=26>>.)

Jak již bylo na začátku řečeno, tento kabel se nejčastěji využije ve sběrnicové topologii. Pro připojení koncového uzlu se slouží BNC T-konektor, který je na Obr. 11. Každý volný konec musí být opatřen BNC terminátorem, aby neodrážel signál zpět do sítě a nevznikalo rušení. BNC terminátor je na Obr. 12.



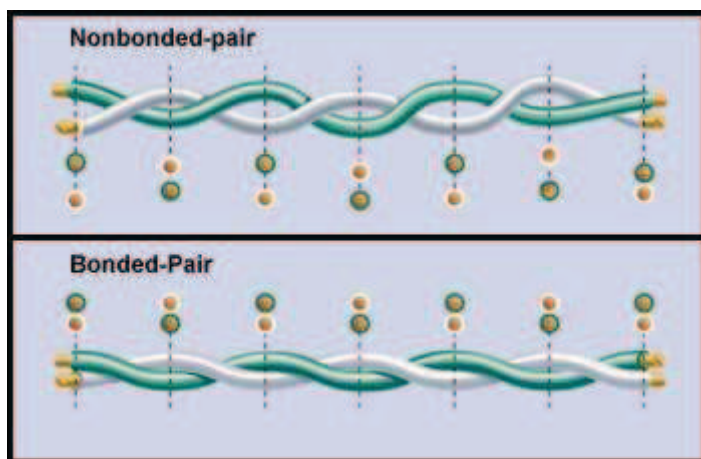
Orb. 11: BNC T-kus (zdroj *Ethernet - Technologie 10BASE2* [online]. 2010 [cit. 2011-05-3].
Dostupné z WWW: <<http://site.the.cz/index.php?id=26>>.)



Orb. 12: BNC terminátor (zdroj *Ethernet - Technologie 10BASE2* [online]. 2010 [cit. 2011-05-3].
Dostupné z WWW: <<http://site.the.cz/index.php?id=26>>.)

4.3.2. Symetrický kabel

Jedná se stejně jako u koaxiálního kabelu o metalický kabel, data jsou tedy přenášena pomocí elektrického proudu. Symetrický kabel je někdy také nazýván kroucená dvojlinka. Kabel je složený z párů vzájemně zakroucených vodičů. Kroucením vodičů v páru se eliminuje vzájemné rušení a vznik přeslechu. Kroucené páry mohou být volné anebo svařené, jak je vidět na Obr. 13. Kabel se svařenými páry má lepší vlastnosti při ohybu kabelu, tím že je zachována konstantní vzdálenost vodičů v páru. V místech, kde se rozpadá symetrie páru, může vznikat šum a odrazy. Vodič může být buď ve formě drátu, anebo jako lanko. Kabely s vodičem typu lanko se používají výhradně pro patch kabely, tedy kabely spojující zásuvku s koncovým zařízením. Kabel s vodičem typu drát se používá ke spojení patch panelu a zásuvky. Symetrický kabel můžeme dále rozdělit na stíněné a nestíněné.



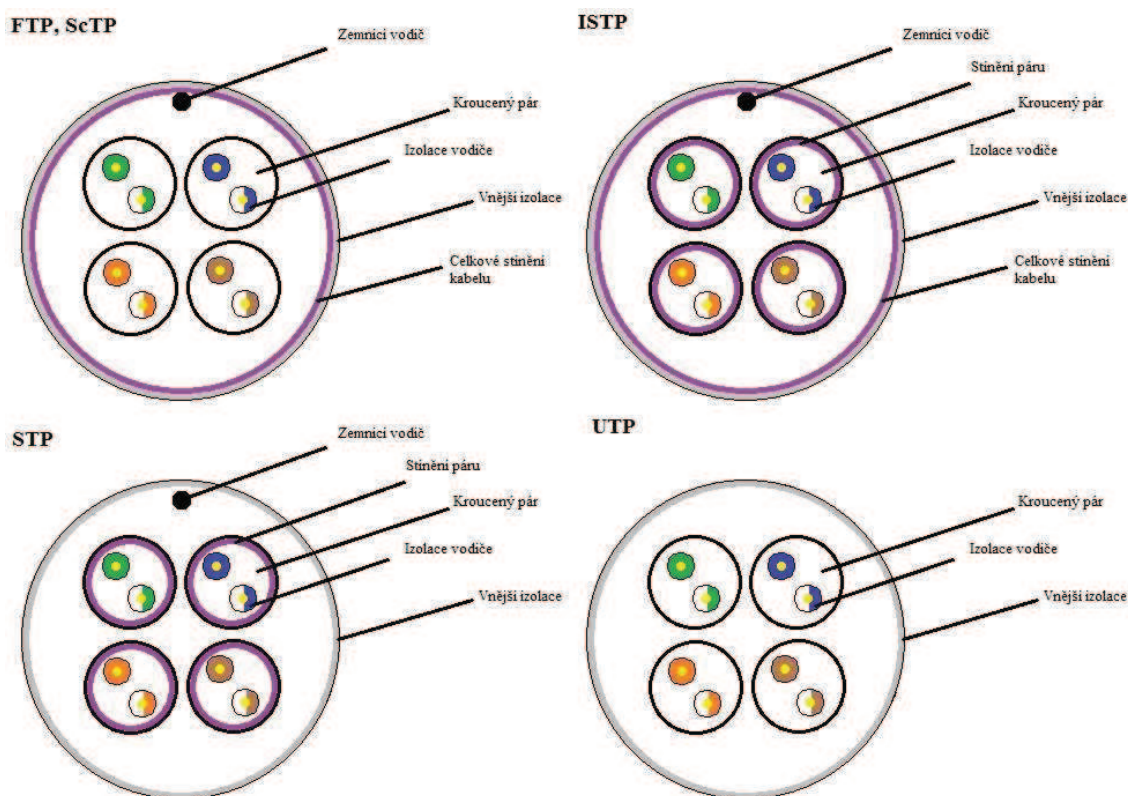
Orb. 13: UTP kabel se svařenými a nesvařenými páry (zdroj *Industrial ethernet* [online]. 2011 [cit. 2011-05-25]. Dostupné z WWW: http://www.belden.com/07Markets/07_industrial/07_Industrial_Network_Protocol_Solutions/Industrial_Ethernet.cfm.)

Nestíněný kabel

- Nazýván UTP kabel- Unshielded Twisted Pair, schematicky je znázorněn na Obr. 14
- Jednodušší instalace
- Menší poloměr ohybu- slabší kabel
- Nižší odolnost proti rušení

Stíněný kabel

- Máme různé druhy stínění, může být stíněn pouze kroucený pár, celkové stínění, nebo kombinace, viz Obr. 14
- STP- Shielded Twisted Pair- stíněny samostatné páry
- FTP- Foil Twisted Pair- fólií stíněný celý kabel
- ScTP- Screened Twisted Pair- opletením stíněný celý kabel, tedy podobné provedení jako FTP kabel
- ISTP- Individually Shielded Twisted Pair- stíněny samostatné páry a celkové stínění kabelu
- Náročnější instalace- problém se stíněním
- Následná údržba- musí být přeměřováno uzemnění
- Větší poloměr ohybu- silnější průměr kabelu
- Vyšší odolnost proti rušení zvenci kabelu a nižší vyzařování



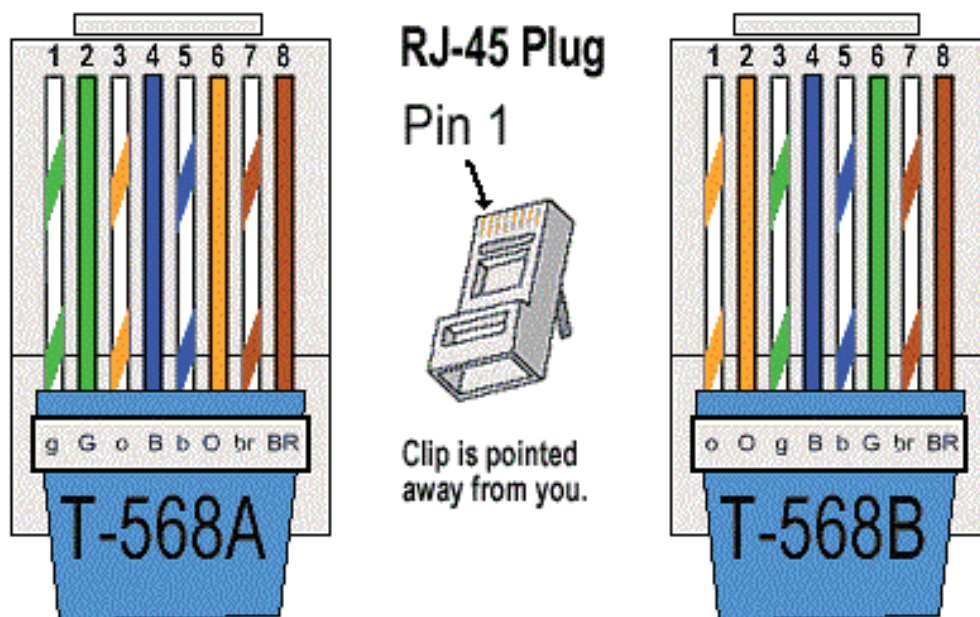
Orb. 14: Typy symetrických kabelů (zdroj vlastní)

Kroucenou dvojlinku klasifikuje norma EIA/TIA 568 do kategorií podle přenosových vlastností viz Tab. 2.

Tab. 2: Kategorie kroucené dvojlinky (Zdroj PUŽMOVÁ, Rita. *TCP/IP v kostce*. 2009. s. 75.)

Kategorie	Šířka pásma	Přenosové rychlosti	Využití
Cat. 1	Žádná výkonnostní kriteria	1Mbit/s	
Cat. 2	Do 1MHz	4Mbit/s	Telefonní dráty
Cat. 3	Do 16MHz	10Mbit/s	Ethernet 10BASE-T, 100BASE-T4
Cat. 4	Do 20MHz	16Mbit/s	Token-Ring, 10BASE-T, 100BASE-T4
Cat. 5	Do 100MHz	100Mbit/s, 1Gbit/s při využití 8vodičů	100BASE-TX, 10BASE-T, 1000BASE-T
Cat. 6	Do 250MHz		10GBASE-T
Cat. 7	Do 600MHz		10GBASE-T

Pro kroucenou dvojlinku se v počítačových sítích používá konektor RJ 45 a to jako zásuvka (Jack) a zástrčka (Plug). Norma TIA/EIA 568 má dva barevné standardy pro zapojení vodičů v konektoru, jak je tomu na Obr. 15.



Orb. 15: Zapojení zástrčky RJ45 podle normy EIA/TIA T568A a T568B (zdroj *RJ45 UTP guide* [online]. 2011 [cit. 2011-05-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.cablesplususa.com/rj45-utp-guide.php>>.)

4.3.3. Optické kabely

Optické vlákno se skládá ze dvou vrstev skla, jeden pro jádro, kde je veden světelný paprsek a druhý jako obal. Světelný paprsek se odráží na rozhraní těchto vrstev. Pro buzení optického signálu se používají tři vlnové délky světla 850nm, 1300nm a 1500nm. Pro duplexní, tedy obousměrný přenos, je potřeba vždy dvojice vláken- pro každý směr jedno vlákno.

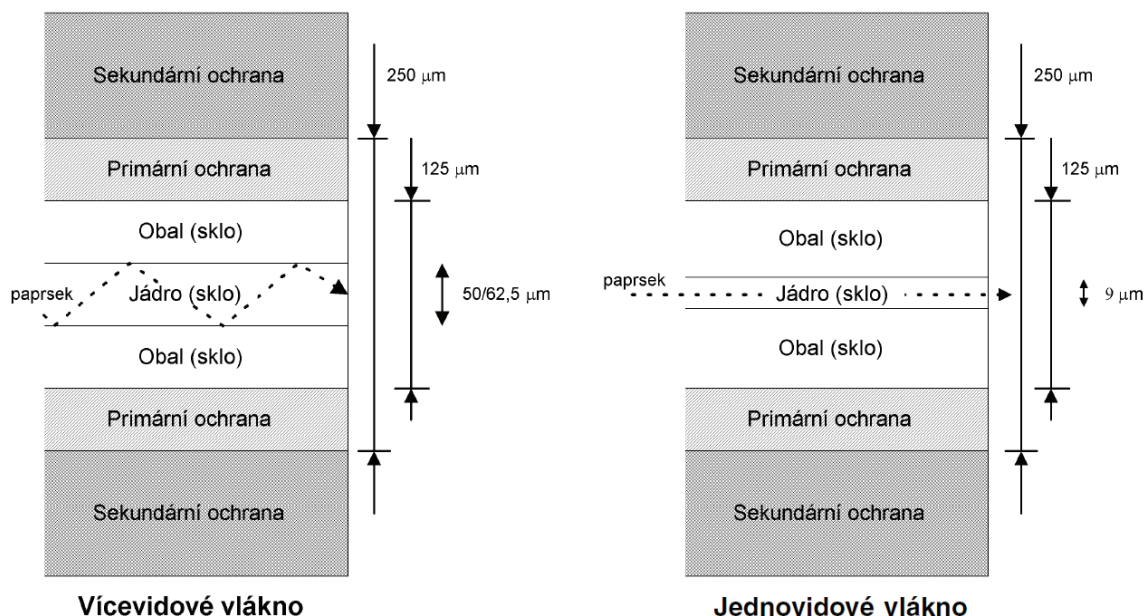
Optická vlákna dělíme na vícevidové a jednovidové.

Vícevidové (multi mod)

- Průměr jádra je 50μm nebo 62.5μm
- Paprsek se šíří odrazem
- Buzení pomocí LED nebo laseru

Jednovidové (single mod)

- Průměr jádra 9μm
- Paprsek se šíří rovnoběžně
- Buzení pomocí laseru
- Využití pro velké vzdálenosti



Orb. 16: Vícevidové a jednovidové optické vlákno (zdroj DOSTÁLEK, Libor; KABELOVÁ, Alena. *Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS*. 2000. s. 44.)

Sekundární ochrana je buď těsná anebo volná. Těsnou ochranou je bužírka, volnou ochranou je gel v pouzdře. Volná nebo těsná ochrana určuje, jakým způsobem se vlákna spojují a konektují.

Vlákna s volnou sekundární ochranou se spojují pouze svařováním. Konektor pro vlákno s volnou sekundární ochranou je nasazen na kusu optického vlákna a také se svařuje. Svařování vláken je nákladné a je potřeba speciální zařízení, aby vznikl kvalitní spoj, který nebrání průchodu paprsku.

Vlákna s těsnou sekundární ochranou lze spojovat pomocí mechanických spojek. Konektor se na optické vlákno nasazuje. Je to jednodušší způsob spojení. Optická vlákna s těsnou sekundární ochranou jsou dražší, proto se nehodí pro spojování velkých vzdáleností.¹⁸

Konstrukce kabelů vláken s těsnou sekundární ochranou

- Simplex- vlákno s těsnou sekundární ochranou opletené aramitovými vlákny a plastový plášť
- Duplex- dva simplexní kabely svařené dohromady

¹⁸ DOSTÁLEK, Libor; KABELOVÁ, Alena. *Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS*. 2000. s. 43- 46.

- OPDS- skupina vláken s těsnou sekundární ochranou opletená aramitovými vlákny a společný plastový plášť
- Breakout- skupina simplexových kabelů s plastovým pláštěm

Konstrukce kabelů vláken s volnou sekundární ochranou

- S jednou centrální ochranou- trubička naplněná gelem s několika vlákny s primární ochranou opletená pevnostní ochranou a plastovým pláštěm
- S více trubičkami- několik trubiček naplněných gelem, každé s několika vlákny a primární ochranou opletené pevnostní ochranou a plastovým pláštěm. Středem kabelu vede centrální zpevňovací jádro¹⁹

4.4 Značení prvků sítě

Značení kabelů a dalších prvků datových je specifikováno v normě EIA/TIA 606. Podle této normy musí být označeno:

- Všechny kabely minimálně na obou koncích
- Kabelové svazky na koncích, v místě křížení a větvení
- Patch panely i jednotlivé porty
- Datové zásuvky a jednotlivé porty
- Rozvaděče
- Technické místnosti
- Aktivní prvky a jejich porty²⁰

Pro značení lze použít nalepovací štítky nebo fáborky, různé stahovací pásky se štítky. Je možné popsat kabel lihovým fixem, ale tento způsob nezaručuje stálost označení. Dalším způsobem může být barevné odlišení.

4.5 Datový rozvaděč

Datový rozvaděč slouží pro uložení aktivních prvků, patch panelů a dalších zařízení. Prvky rozvaděčů jsou připevněny k svislým nosníkům. Výška nosníků určuje kolik zařízení je možné do rozvaděče umístit. Výška se udává v Unitách- U. Výška jedné unity je 44,45mm. Každá unita má tři montážní otvory v obou nosnících, otvory

¹⁹ ONDRÁK, V. *Lekce 4- Reálná přenosová prostředí*. [CD-ROM] 2009. Brno: Ústav informatiky.

²⁰ ONDRÁK, V. *Lekce 5- Kabelážní systémy*. [CD-ROM] 2009. Brno: Ústav informatiky.

jsou nepravdělně rozmístěny. Dalším důležitým rozměrem je rozteč děr v nosnících. Vyrábí se rozvaděče s roztečí 19“ a 10“.

Podle konstrukce můžeme rozvaděče rozdělit na otevřené nebo uzavřené a na stojanové nebo nástěnné. Otevřené datové rozvaděče je možné použít v technických místnostech. Nehrozí zde totiž zásah cizí osoby, vniknutí vody a prachu do rozvaděče je také eliminováno tím, že se jedná o místnost určenou právě pro rozvaděč. Výhodou otevřeného rozvaděče je nižší cena a snadnější přístup vzduchu k aktivním prvkům, bez nutnosti instalování větráku. Naopak uzavřená konstrukce se volí ve volně přístupných prostorách. Pro zajištění dostatečného proudění čerstvého vzduchu jsou instalovány ventilátory.

Patch panel

V patch panelu jsou zakončeny kabely od zásuvek. Porty patch panelů se propojují kabely s aktivním prvkem například switchem. Porty mohou být pro metalické i optické kabely.

Vyvazovací panely

Vyvazovací kabely slouží k organizaci kabelů v rozvaděči. Můžou být horizontální i vertikální. Uspořádání kabelů v rozvaděči zvyšuje přehlednost a také umožňují snadnější průchod vzduchu.

Ventilátory a klimatizace

V případě, že je v rozvaděči více aktivních prvků, které produkují odpadní teplo, používají se ventilátory nebo klimatizace pro snížení teploty.

Napájecí zásuvky

Aby nemusel každý aktivní prvek v rozvaděči napájen ze zásuvky mimo rozvaděč, montují se do rozvaděče napájecí lišty se zásuvkami.

Optické vany

Optická vana se používá pro ukončení optického vlákna v rozvaděči. Protože optické vlákno je z křehkého materiálu je nezbytně zajistit, aby se nepoškodilo. Optické

vlákno s volnou sekundární ochranou je vždy nutné ukončit v optické vaně. Vláknem s těsnou sekundární ochranou není nutné ukončit v optické vaně, ale musíme zabezpečit, aby se nepoškodilo například vyvázáním.

Mezi další doplňky patří osvětlovací jednotky, termostaty, poličky, snímače otevřených dvířek a další.

4.6 Průmyslové prostředí

Instalace v průmyslovém prostředí se od bytových instalací liší asi ve čtyřech bodech.

- Elektromagnetické vlnění silových rozvodů
- Vyšší mechanické nároky a odolnost materiálu vůči nepříznivému prostředí, jako jsou rozpouštědla, oleje, případně jiné chemické látky, větší rozsah teplot
- Vyšší stupeň krytí elektrických součástí proti cizímu předmětu a vodě.

4.6.1. Elektromagnetické vlnění silových rozvodů

Při vedení metalických datových kabelů je nutné dodržovat odstupy od silnoproudých kabelů. Toto specifikuje norma ČSN EN 50174-2.

Specifikace informačních kabelů (datových kabelů):

- Kabelové rozvody navržené k zajištění analogových a digitálních telekomunikačních služeb včetně služeb hlasových
- Strukturovaná kabeláž navržená v souladu s EN 50173 určená k podpoře širokého rozsahu hlasových služeb

Specifikace napájecích kabelů (silové kabely):

- Nízkonapěťový elektrický distribuční systém, tedy do 1000V
- Vyloučení specifických požadavků platných pro jiné systémy kabelových rozvodů (výkonové kabelové rozvody a další
- Musí se vzít do úvahy zkoušení bezpečného- ochranného- dostatečného oddělení v souladu s IEC 61140 (pro kmitočty od 50Hz do 60Hz). Ochrana a

elektromagnetické rušení vyžadují v některých případech různé oddělovací vzdálenosti. **BEZPEČNOST NA PRVNÍM MÍSTĚ!**

Instalace kabelů:

- Při instalaci kabelů bez fyzické zábrany se počítá s nulovou vzdáleností, pokud není zajištěno upevnění kabelů
- Při instalaci kabelů ve žlabu v sousedních odděleních se zábranou se počítá s minimální vzdáleností rovnající se tloušťce zábrany, pokud není zajištěno upevnění kabelů
- Při instalaci kabelů ve žlabu v nesousedních odděleních se zábranou se počítá s minimální vzdáleností rovnající se vzdálenosti mezi zábranami, pokud není zajištěno upevnění kabelů
- Kabely pro různé účely se nemají nacházet v jednom svazku
- Zvláštní svazky by se měli elektromagneticky oddělit. Všechny kovové části jsou elektricky pospojovány
- Křížení kabelů musí být v pravém úhlu
- Pro souběh kabelů v horizontální sekci přesahující 35m se vyžaduje oddělení podle Tab. 3 pro celou délku kromě posledních 15m připojených k výstupu
- Pro souběh kabelů v horizontální sekci nepřesahující 35m se nevyžaduje žádné oddělení v případě stíněného kabelového rozvodu
- Pokud při instalaci kabelových rozvodů v elektromagnetické prostředí s požadavky na emisi a odolnost přesahuje úroveň definované v EN 50081 a EN 50082, zavádějí se vzdálenosti oddělení uvedené v Tab. 3 od rozvaděče po zásuvku. V závislosti na skutečném elektromagnetickém prostředí může být nutné tyto vzdálenosti zvětšit
- Pro páteřní rozvody platí vzdálenosti z Tab. 3 od začátku do konce²¹

²¹ *Odstupy a oddělení metalických kabelů informační techniky od napájecích kabelů* [online]. 2003 [cit. 2011-05-25]. Dostupné z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/oink030514/view?searchterm=en%2050174>>.

Tab. 3: Minimální vzdálenosti datových a silových vodičů podle ČSN EN 50174-2 (zdroj *Odstupy a oddělení metalických kabelů informační techniky od napájecích kabelů* [online]. 2003. [cit.2011-05-25]. Dostupné z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/oink030514/view?searchterm=en%2050174>>.)

Typ instalace	Vzdálenost		
	Bez děliče nebo s nekovovým děličem*	Hliníkový dělič	Ocelový dělič
Nestíněný napájecí kabel a nestíněný informační kabel	200 mm	100 mm	50 mm
Nestíněný napájecí kabel a stíněný informační kabel**	50 mm	20 mm	5 mm
Stíněný napájecí kabel a nestíněný informační kabel	30 mm	10 mm	2 mm
Stíněný napájecí kabel a stíněný informační kabel**	0 mm	0 mm	0 mm
<p>*Předpokládá se, že v případě nekovového děliče dosáhne návrh systému ukládání kabelů útlum stínění podle materiálu použitého na dělič.</p> <p>**Stínění informačních kabelů musí vyhovovat EN 50288.</p> <p>Informační kabely musí být vzdáleny min. 130 mm od zářivkových těles.</p>			

4.6.2. Stupně ochrany krytí elektrických zařízení

Stupně ochrany krytí elektrických součástí proti vniknutí cizího tělesa a vody upravuje norma ČSN EN 60529.

Stupeň ochrany krytí se udává ve tvaru: IP 00

IP udává, že se jedná kód ochrany, první charakteristická číslice udává stupeň krytí proti vniknutí cizího tělesa a druhá charakteristická číslice udává stupeň krytí proti vodě. V Tab. 4 je vysvětleno, co která číslice příslušného krytí znamená.

Tab. 4: Krytí elektrických zařízení (zdroj ČSN EN 60529. *Stupně ochrany krytem (krytí-IP kód)*. 1993. 40 s.)

Prvek	Číslice nebo písmena	Význam pro ochranu zařízení	Význam pro ochranu osob
Označení kódu	IP	-	-
První charakteristická číslice (ochrana před vniknutím pevných cizích těles, ochrana před dotykem)	0	Nechráněno	Nechráněno
	1	O průměru $\geq 50\text{mm}$	Hřbetem ruky
	2	O průměru $\geq 12,5\text{mm}$	Prstem
	3	O průměru $\geq 2,5\text{mm}$	Nástrojem
	4	O průměru $\geq 1\text{mm}$	Drátem
	5	Chráněno před prachem	Drátem
	6	Prachotěsné	Drátem
Druhá charakteristická číslice (ochrana proti vniknutí vody)	0	Nechráněno	-
	1	Svisle kapající	-
	2	Kapající (ve sklonu 15°)	-
	3	Kropení (déšť)	-
	4	Stříkání	-
	5	Tryskání	-
	6	Intenzivně tryskající	-
	7	Ponoření dočasné	-
	8	Trvalé ponoření	-

V různých prostředích je nutné navrhovat zařízení taková, aby vyhovovaly daným podmínkám, jako je například prašnost, voděodolnost, nechtěný dotyk a další.

4.6.3. Vyšší mechanické nároky

V průmyslovém prostředí je nutno počítat s vyššími mechanickými nároky, aby nedocházelo k výpadkům sítě.

Větší mechanické nároky jsou především:

- Odolnost proti vibracím
- Odolnost proti nechtěnému vytržení kabelu
- Odolnost proti vyšším teplotám
- Odolnost proti nárazu

4.7 Způsoby vedení kabeláže

Můžeme zvolit z různých způsobů vedení kabeláže. Při volbě jakým způsobu vedení kabelů rozhodují stavební možnosti daného objektu. Například zda je možné vést kabely v podhledu, pod omítkou, v podlaze či budou přiznané ve žlabu nebo v liště. Samozřejmě zde hraje roli i estetika, v konferenční místnosti není asi vhodné vést kabely v drátěném žlabu pod stropem. Dalším faktorem je to, zda se jedná o montáž v novostavbě, či při kompletní rekonstrukci anebo jen dodatečná montáž v již fungujících prostorách. Při montáži do fungujících prostor se s největší pravděpodobností nebude volit zasekávání pod omítku z důvodu nutných následných zednických prací.

4.7.1. V podlaze

Kabelové svazky jsou taženy dutinou v podlaze, která se vytvoří jako vyvýšený stupeň nad betonovou podlahou. Případně mohou být kabely vedeny v podlahových kanálech, které jsou poleženy ještě před vylitím podlahy. Výhodou tohoto systému je zkrácení vzdáleností oproti tažení podél stěn. Zásuvky jsou ukryty v podlahovém boxu přímo vedle stolu, nikde tedy nepřekáží zbytečně dlouhé patch kabely. Jak vypadá takový podlahový box, je ukázáno na Obr. 17. Využití je vhodné zejména ve velkých kancelářích nebo učebnách.



Orb. 17: Podlahový box pro zásuvky (zdroj MINAŘÍK, Miroslav. *Podlahová krabice v praxi* [online]. 2004 [cit. 2011-05-27]. Dostupné z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/podtb040914>>.)

4.7.2. V podhledu

Pokud je v prostorách plánováno budování sádkartonového či minerálního podhledu je možno vést kabelové svazky nad tímto podhledem. Kabely jsou vedeny v plechových nebo drátěných žlabech. Samozřejmě konec kabelu k zásuvce je buď pod omítkou, nebo v liště. Pokud se bude jednat o metalické kabely je potřeba počítat s odstupy od silových vodičů a zářivkových těles. Opět je zde výhoda kratších tras, když kabely nemusí jít po obvodu místnosti.

4.7.3. Pod omítkou

Datové kabely pod omítkou jsou vedeny v husím krku, tedy ohebných plastových trubkách. Všechny husí krky je nutné uložit před samotným omítáním do vysekaných drážek. Kabely je možné zatahovat do husího krku až po omítnutí. Musíme počítat s dostatečným poloměrem ohybu, aby bylo možné kabely do husího krku zatáhnout. Při vedení kabelů pod omítkou může nastat nebezpečí nechtěného převrtání kabelu, ale díky tomu, že jsou kabely vedeny v husím krku, je možná oprava.

4.7.4. V žlabu nebo liště

Žlaby byly zmíněny již při vedení kabelu v podhledu, ale nemusí se využívat pouze v podhledu. V průmyslových halách či v technických místnostech je možné vést

kabely ve žlabu tzv. příznané (nejdou nijak skrývány, v daném prostředí takovéto vedení nikomu nevdáí).

Další možností je vést kabely v plastových lištách, které jsou připevněny na stěně. Tohoto způsobu je využito při dodatečných montážích, aby se vyhnulo zednickým úpravám. Na některé typy lišt je možné přímo umístit datové zásuvky, jak je to vidět na Obr. 18.



Orb. 18: Parapetní kanál (zdroj *Elektroinstalační parapetní kanál tehaliť.BRN - PVC* [online]. 2011 [cit. 2011-05-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.hager.cz/systemy-pro-ukladani-vedeni/kanaly-a-systemy-pro-ukladani-vedeni-a-montaz-pristroju/tehalit.brn/1423.htm>>.)

5 Návrh řešení

V této kapitole jsou na základě teoretických podkladů zvoleny vhodné kabely a zásuvky pro výrobní halu. Dále zde je podle stavebních možností navržen způsob vedení kabelů a trasy kabel na hale. Jsou zde specifikovány datové rozvaděče a značení kabelů a zásuvek. Na závěr je cenová kalkulace navrhovaného řešení.

5.1 Volba kabeláže

Metalické kabely

Při výběru kabelů pro horizontální sekci jsou kladeny požadavky na přenosovou rychlost a na odolnost proti vlivům prostředí výrobní haly.

Pro dlouhodobé využití sítě je potřeba navrhnout kabely pro 1000BASE-T ethernet. Z toho vyplývá, že je potřeba zvolit kabely kategorie 5 a vyšší. Zvolil jsem kabel od společnosti Belden s označením BE-1700E.

Jedná se o nestíněný kabel cat. 5 se svařenými páry. Použitelný je v teplotní rozsahu -20°C až 80°C. Originální popis od výrobce, v angličtině, je uveden v PŘÍLOZE 1.

Optický kabel

Optický kabel jsem zvolit opět od společnosti Belden s označením GUMT-808. Jedná se o kabel s osmi jednovláknovými vlákny s těsnou sekundární ochranou. Budou zatím využita pouze dvě vlákna, zbylých šest bude sloužit jako rezerva v případě rozšíření sítě nebo pro případ poruchy. Kabel je určen pro vnitřní i venkovní použití a odolává UV záření, vodě a olejům. Originální popis od výrobce, v angličtině, je uveden v PŘÍLOZE 2.

5.2 Volba provedení zásuvek

Při volbě datových zásuvek je nutné vzít v úvahu, jaké hrozby na výrobní hale hrozí. Nebezpečí vniknutí vody a prachu do zásuvky, otřesy a potom odolnost proti vytržení kabelu.

Jedinými zdroji vody na hale jsou pouze ve dvou místech umístěná umyvadla, není tedy nutné navrhovat zásuvky odolné proti vodě.

Prašnost na hale není vysoká vzhledem k tomu, že se jedná o halu, kde se stroje montují a nic se zde neobrábí.

Na hale můžou vznikat vibrace v důsledku pojezdu mostních jeřábů. Riziko vytržení kabelu ze zásuvky zde hrozí. Proto je vhodné navrhnout zásuvky odolné proti vytržení kabelu v místech, kde se počítá s trvale připojenými stanicemi k síti. Navrhnou tedy dva typy datových zásuvek v závislosti na tom, zda v místě bude trvale připojená stanice nebo zásuvka jen pro občasné využití.

Jako zásuvku pro občasné připojení jsem zvolil krabičku od společnosti ABB s označením 3903N-C06541 B zobrazenou na Obr. 19. Tato krabička má krytí IP54. Osazena bude dvěma moduly od společnosti Molex produktové řady Mosaic pro UTP Cat.5e se zářezovým systémem pro upevnění vodiče.



Orb. 19: ABB krabice nástěnná IP 54, pro přístroje 45x45, s víčkem (zdroj *Krabice nástěnná IP54, pro přístroje 45x45, s víčkem, pro průběžnou montáž* [online]. 2006 [cit. 2011-05-27]. Dostupné z WWW: <<http://www117.abb.com/catalog.asp?thema=8904&item=47267&category=3333>>.)

Jako druhý typ zásuvek jsem zvolil zásuvky se závitem, které zajišťují pevné spojení. Budou použity v místech, kde budou trvale připojeny počítače.

Krabičky a konektory jsem zvolil od společnosti Solarix mají vysoké krytí IP67. Podle počtu připojených počítačů v daném místě, bude zvolena dvoj zásuvka nebo čtyř zásuvka, označení krabiček je SX2-IN-0-GY a SX4-IN-0-GY. Osazeny budou konektory pro UTP kabel Cat. 5e označené SXXJ-IN-5E-UTP-BK.



Orb. 20: Čtyř portová krabička Solarix (zdroj *Solarix Průmyslový, nerazr čelem pro 4x zásuvkový modul* [online]. 2011 [cit. 2011-05-28]. Síťové prvky. Dostupné z WWW: <<http://www.alza.cz/solarix-prumyslovy-s-nerazr-celem-pro-4x-zasuvkovy-modul-ip67-d181926.htm>>.)



Orb. 21: Zásuvkový modul Solarix s krytím IP67 (zdroj *Solarix průmyslový, CAT5E, UTP, 1x RJ45, IP67* [online]. 2011 [cit. 2011-05-30]. Dostupné z WWW: <<http://www.alza.cz/solarix-prumyslovy-cat5e-utp-1x-rj45-ip67-d181921.htm>>.)

5.3 Návrh trasy kabeláže

Při návrhu trasy kabeláže je nutné vzít v úvahu jednak stavební možnosti výrobní haly, kolize tras datových kabelů se silnoprůdnými rozvody a dalšími překážkami.

5.3.1. Volba způsobu vedení kabelů

Současný stavební stav výrobní haly vylučuje dva ze způsobů vedení kabeláže popsané v kapitole 4.7 *Způsoby vedení kabeláže*, a to vedení kabelů v pohledu a v podlaze. Na výrobní hale nejsou stropní podhledy. Způsob vedení kabelů v podlahových kanálech by byl teoreticky přípustný, ale vzhledem k tomu, že již byly nově vylity betonové podlahy, byl by tento způsob neefektivní a nákladný.

Dalším způsobem, který lze vyloučit je vedení pod omítkou, tento způsob vedení je vhodný zejména při instalacích menšího rozsahu. V průmyslovém prostředí se až na výjimky nepoužívá.

Ze způsobů vedení v plastových lištách nebo ve žlabech je vhodnější do průmyslového prostředí vedení ve žlabu. Při využití žlabů je jednodušší uložení kabelů do žlabu a následná kontrola, modifikace je také jednodušší.

Konkrétní návrh typu kabelových žlabů není sice přímo tématem této práce, ale dle osobních zkušeností bych doporučil vybrat kabelové žlaby od společnosti Arkys. Systému žlabů Merkur 2 od této společnosti má dobré pevnostní vlastnosti.

Podle doporučeného maximálního zatížení, které uvádí výrobce v katalogu, je vhodné požit dvě velikosti žlabů. M2 50/50, kde je maximální zatížení 1,2kg/m a maximálně doporučený počet kabelů šestnáct a druhou velikost M2 100/50, kde je maximální zatížení 1,4kg/m a maximálně doporučený počet kabelů třicet šest. Obě velikosti v provedení galvanického pozinkování.

Odkaz na web výrobce: <http://www.arkys.cz/>

5.3.2. Kolize datový tras se silnoproudem

Trasy silnoproudých kabelů na výrobní hale jsou zakresleny na výkresu výrobní haly v PŘÍLOZE 7. Na výkresu jsou zakresleny trasy silnoproudu i datové kabely. Silnoproudé kabely jsou umístěny v drátěných žlabech ve výšce čtyř metrů. Datové kabely, které přecházející pojezdové dráhy jeřábu budou vedeny téměř pod stropem a dolů se budou vracet až ke konkrétním zásuvkám. Budou tak tedy zachovány dostatečné odstupy. Minimální odstup při souběhu pro nestíněné datové kabely a nestíněné silové kabely je dvacet centimetrů. Křížení musí být provedeno v pravém úhlu a kabely se spolu nesmí dotýkat.

Datové kabely vedené po stěně s datovými rozvaděči budou vedeny ve výšce 3m silové kabely zde vedou ve výšce 4m. Tím bude zachován minimální odstup. Křížení kabelů musí být opět provedeno v pravém úhlu a kabely se nesmí dotýkat.

5.3.3. Kolize s pojezdovými dráhami jeřábu

Jak bylo již řečeno v kapitole 3.4 *Popis výrobní haly*, na hale jsou instalovány mostní jeřáby v obou polovinách haly. Pojezdové dráhy jsou zakresleny na výkresu výrobní haly v PŘÍLOZE 7. Při návrhu je tedy nutné počítat s tím, aby jednak se nekřížily nikde dráhy, a také aby zavěšené břemeno nemohlo poničit rozvody, rozvaděč a datové zásuvky.

Pojezdové dráhy pro mostní jeřáby jsou v obou polovinách výrobní haly, proto je potřeba přejít kabely až nad samotným mostem jeřábu. Pokud by byly kabely vedeny pod jeřábem, výrazně by to omezilo manipulovatelnost se zavěšeným břemenem a navíc by hrozilo poničení kabelů. Díky tomu, že pojezdové dráhy mají odstup od stěny, je možné vyvést kabely na jeřáb. Kabely se budou vracet k zásuvkám přímo v místech, kde budou zásuvky umístěny.

5.3.4. Trasa kabeláže

Jak budou kabely vedeny, nastínily již předchozí kapitoly, kde bylo popsáno, jak bude zajištěno vyhnutí se mostním jeřábům a souběhu datových kabelů se silovými. Všechny trasy jsou v ploše zakresleny v PŘÍLOZE 7.

5.4 Datový rozvaděč

Na výrobní hale jsou nyní dva nástěnné datové rozvaděče, které nebyly demontovány. Oba jsou ale poškozeny a bude tedy nutné nahradit je novými.

Minimální výška rozvaděče podle počtu instalovaných prvků je 7U, respektive 5U pro rozvaděč RD 02. Zvolil jsem rozvaděče výšky 9U značky Conteg s označením RUN-09-60/50-B 19“, viz Obr. 22, aby bylo v případě potřeby přidat další zařízení. Ovšem bylo by možné použít i jiný rozvaděč s dostatečnou výškou.

Rozvaděč bude osazen komponenty, které jsou níže popsány. Nezabýval jsem se výběrem aktivního prvku, protože to není tématem této práce. Každopádně do rozvaděče RD 01 je potřeba použít switch s minimálně třiceti dvěma metalickými porty

a dvěma transceivery. Z toho vyplývá čtyřiceti osmi portový switch, případně kombinace dvou menších. Transceiver je zařízení, které transformuje signál z optiky na metaliku a naopak, kombinuje tedy vysílač a přijímač.

V datovém rozvaděči RD 02 je potřeba switch s dvaceti metalickými porty a jedním transceiverem. Z toho vyplývá dvaceti čtyř portový switch.



Orb. 22: Datový rozvaděč Conteg RUN-09-60/50-B 19“ (zdroj 19“ wall-mounting rack RUN series [online]. 2011 [cit. 2011-05-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.conteg.com/19-racks-run-series/>>.)

Popis rozvaděče RUN-09-60/50-B 19“

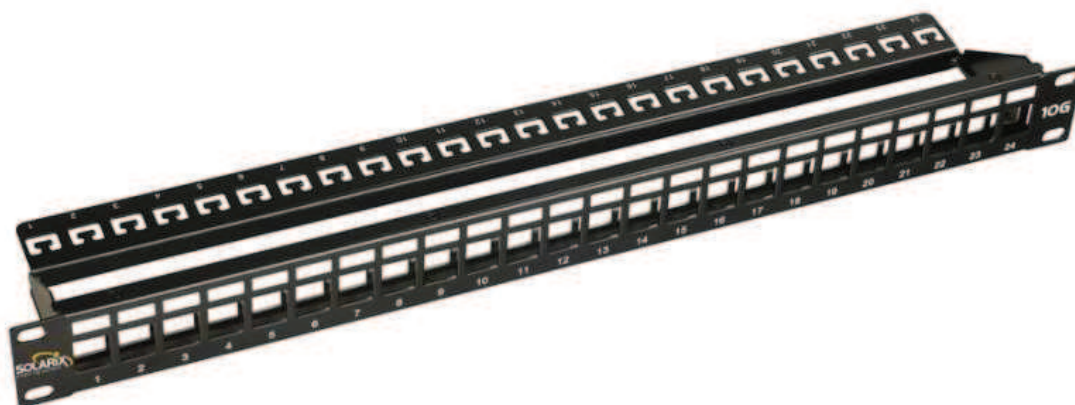
- Šířka 600mm, hloubka 500mm, výška 9U
- Odnímatelné bočnice pro snadný přístup
- Samonosná konstrukce z plechu 1,25mm
- Dveře se zámkem a bezpečnostním sklem, úhel otevření dveří 180°
- Horní a spodní vsup pro kabely 150x56mm, variabilní světlost vstupu v závislosti na počtu vstupujících kabelů
- Dvě posuvné 19“ vertikální lišty vpředu s možností přidání dalšího páru
- Perforace ve spodní a horní části
- Montážní otvory pro montáž na zeď
- Zemnicí sada
- Nosnost 40kg, krytí IP30²²

²² Conteg.com [online]. 2011 [cit. 2011-05-29]. Products. Dostupné z WWW: <<http://www.conteg.com/19-racks-run-series/>>.

Rozvaděče budou umístěny na stěně ve výšce dvou metrů z důvodu ochrany samotného rozvaděče před poničením. Druhým důvodem proč byl zvolen nástěnný rozvaděč je ušetřený prostor, který by zabíral stojanový rozvaděč.

Patch panel

Zvolil jsem modulární neosazený patch panel pro 24 od společnosti Solarix s označením SX24M-0-STP-BK. Tento patch panel je možné použít i pro stíněné prvky. Já jsem ho vybral pro jeho vyvazovací lištu, která umožňuje pevné přichycení datového kabelu k samotnému patch panelu. Jak tento patch panel vypadá je vidět na Obr. 23.



Orb. 23: Modulární patch panel Solarix SX24M-0-STP-BK (zdroj *10G modulární neosazený patch panel Solarix 24 portů STP černý 1U* [online]. 2010 [cit. 2011-05-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.inprema.cz/?page=produkty&ucdetail=25>>.)

Osazení jednotlivých portů v patch panelu jsou uvedeno v PŘÍLOZE 4. Neosazená místa pro moduly budou zaslepena záslepkami.

Porty patch panelu

Metalické porty jsem zvolil stejně jako porty v datových zásuvkách, tedy od společnosti Molex s katalogovým číslem KSJ-00032-04. Černý modul typu keystone pro UTP Cat. 5e. Kabel je v konektoru zakončen v ořezávacím systému plynutěsných kontaktů KATT.

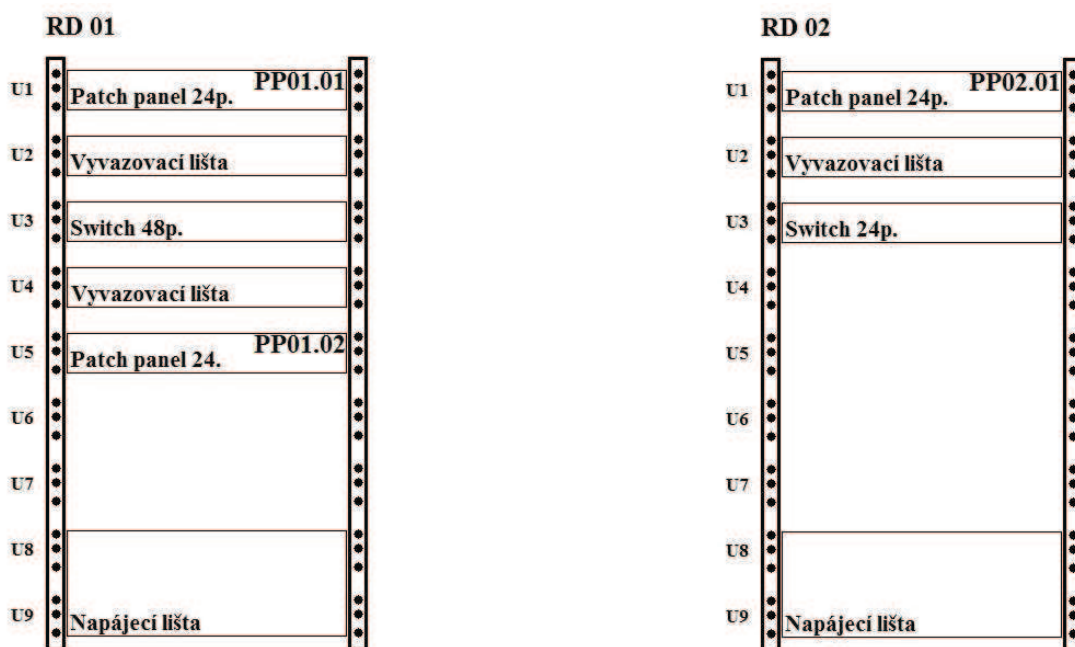
Pro optické porty jsem zvolil opět modul typu keystone, konkrétně jack od společnosti Panduit s označením NKSOJB. Je určen pro singlemode vlákno s těsnou sekundární ochranou.

Vyvazovací lišta

Vyvazovací lištu jsem vybral ocelovou od společnosti Atrack s označením VP-01. Vyvazovacím plastovým kanálům s víčky jsem se radši vyhnul díky osobní zkušenosti s podobným mechanismem. Někdy je velký problém porovnat kabely tak, aby bylo možné kanál zavičkovat.

Napájecí lišta

Napájecí lišta by v těchto rozvaděčích možná ani být nemusela, protože je zde umístěn pouze jeden aktivní prvek, ale přesto jsem ji do rozvaděče umístil. Navrhnul jsem rozvodný panel ACAR 504WF montovaný do 2U. Je vybavený přepěťovou ochranou, která chrání připojená zařízení.



Orb. 24: Schéma rozvaděče RD 01 a RD02 (zdroj vlastní)

5.5 Značení datových rozvaděčů, patch panelů, znační vodičů, zásuvek, portů v na patch panelu

Datové rozvaděče jsou označeny RD 01 a RD 02. Patch panely v nich jsou označeny PP01.02, kde 01 je vztaženo k rozvaděči a 02 je pořadové číslo panelu.

Pro označení datových zásuvek jsem použil kód, ve kterém první dvojice čísel označuje, ke kterému zásuvka patří. A další dvě dvojice čísel určují, kde se zásuvka

nachází a doplňující písmeno označuje port v zásuvce. Přehled označení všech zásuvek, kabelů a k nim příslušných portů je uveden v PŘÍLOZE 3.

Příklad 01.04.01A zásuvka je připojena k rozvaděči RD01 a nachází se za čtvrtým sloupem od čelní stěny, tedy stěny kde vstupuje optický kabel do haly. Stejným označením jako jednotlivé porty v zásuvce budou označeny kabely na obou koncích a také odpovídající port v datovém rozvaděči.

Optické kabely jsem označil jednoduše FO 01. Optické porty jsou označeny FO 01a na obou koncích vlákna.

5.6 Cenová kalkulace

Na základě navržených komponent jsem stanovil celkové náklady na materiál. Jednotlivé ceny materiálu byly získány buď jako doporučující cena od výrobce, případně v různých e-shopech. Cenová kalkulace je uvedena v PŘÍLOZE 5.

Celkové náklady na kabely, konektory, datové rozvaděč, patch panely a další prvky sítě jsem stanovil 49 554Kč. Celkové náklady s kabelovými žlaby jsem stanovil na 92 884Kč.

6 Závěr

Cílem práce bylo navržení rozvodů datové kabeláže na rekonstruovanou výrobní halu společnosti KBA Grafitec s.r.o. se sídlem v Dobrušce. Investor měl již jednoznačnou představu o počtu a rozmístění přípojných míst na hale.

V práci byly vybrány síťové prvky vhodné do průmyslového prostředí. Návrh je dimenzován, aby použité materiály poskytovaly záruky do budoucna, což se týká přenosových rychlostí, životnosti a rozšiřitelnosti.

Dále zde byly specifikovány konkrétní trasy rozvodů včetně značení zásuvek, kabelů a portů patch panelů. Na závěr byly stanoveny náklady 92 884Kč, které vycházely ze spotřeby jednotlivých materiálů.

Literatura:

- 1) ČSN EN 60529. *Stupně ochrany krytem (krytí- IP kód)*. 1993. 40 s.
- 2) DOSTÁLEK, Libor; KABELOVÁ, Alena. *Velký průvodce protokoly TCP/IP a systémem DNS*. 2. aktualizované vydání. Brno: Computer Press, 2000. 426 s. ISBN 80-7226-323-4.
- 3) *Historie* [online]. 2011 [cit. 2011-04-21]. Dostupné z WWW: <http://www.kba-grafitec.cz/cs/about_us/history.shtml>.
- 4) HORÁK, Jaroslav. *Počítačové sítě pro začínající správce*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Brno : Comptuter Presss, 2008. 327 s. ISBN 978-80-251-2073-6.
- 5) *MAN* [online]. 2010 [cit. 2011-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://site-iktinfo.jex.cz/thema/man>>.
- 6) *Odstupy a oddělení metalických kabelů informační techniky od napájecích kabelů* [online]. 2003. [cit.2011-05-25]. Dostupné z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/oink030514/view?searchterm=en%2050174>>.
- 7) ONDRÁK, Viktor. *Lekce 4- Reálná přenosová prostředí*. [CD-ROM] 2009. Brno: Ústav informatiky.
- 8) ONDRÁK, Viktor. *Lekce 5- Kabelážní systémy*. [CD-ROM] 2009. Brno: Ústav informatiky.
- 9) *Polygrafický tahák- Ofsetový tisk I* [online]. 2011 [cit. 2011-05-20]. Dostupné z WWW: <http://www.hrg.cz/download/pravitko_ofset-tisk_01.pdf>.
- 10) PUŽMOVÁ, Rita. *TCP/IP v kostce*. 2. upr. a rozš. vyd. . České Budějovice: Kopp, 2009. 619 s. ISBN 978-80-7232-388-3.

Seznam obrázků

Orb. 1:	Logo společnosti.....	12
Orb. 2:	Organizační struktura společnosti KBA-Grafitec s.r.o. v Dobrušce	13
Orb. 3:	Struktura skupiny KBA	14
Orb. 4:	Tiskařský stroj KBA Rapida 75	15
Orb. 5:	Sběrníková topologie	20
Orb. 6:	Kruhová topologie	21
Orb. 7:	Topologie hvězda	22
Orb. 8:	Struktura kabeláže	23
Orb. 9:	Referenční model ISO/OSI.....	25
Orb. 10:	Koaxiální kabel.....	29
Orb. 11:	BNC T-kus.....	29
Orb. 12:	BNC terminátor	29
Orb. 13:	UTP kabel se svařenými a nesvařenými páry.....	30
Orb. 14:	Typy symetrických kabelů	31
Orb. 15:	Zapojení zástrčky RJ45 podle normy EIA/TIA T568A a T568B	33
Orb. 16:	Vícevidové a jednovidové optické vlákno	34
Orb. 17:	Podlahový box pro zásuvky.....	42
Orb. 18:	Parapetní kanál	43
Orb. 19:	ABB krabice nástěnná IP 54, pro přístroje 45x45, s víčkem.....	45
Orb. 20:	Čtyř portová krabička Solarix	46
Orb. 21:	Zásuvkový modul Solarix s krytím IP67	46
Orb. 22:	Datový rozvaděč Conteg RUN-09-60/50-B 19“	49
Orb. 23:	Modulární patch panel Solyrix SX24M-0-STP-BK	50
Orb. 24:	Schéma rozvaděče RD 01 a RD02	51

Seznam tabulek

Tab. 1:	Charakteristiky kabelů.....	28
Tab. 2:	Kategorie kroucené dvojlinky	32
Tab. 3:	Minimální vzdálenosti datových a silových vodičů podle ČSN EN 50174-2	39
Tab. 4:	Krytí elektrických zařízení	40

Seznam příloh

PŘÍLOHA 1- UTP kabel Belden BE- 1700E

PŘÍLOHA 2- Optický kabel Belden GUMT- 808

PŘÍLOHA 3- Seznam kabelů a zásuvek

PŘÍLOHA 4- Zapojení patch panelů

PŘÍLOHA 5- Tabulka nákladů

PŘÍLOHA 6- Plán areálu společnosti

PŘÍLOHA 7- Plán výrobní haly

PŘÍLOHA 1- - UTP kabel Belden BE- 1700E

Product Datasheet
P/N 46173
Page 1 of 2
Rev. 3/ 2002-11-21

DATATWIST® 350 - 1700E

Cat 5 enhanced UTP PVC



Application

- Horizontal and building backbone cable.
- Support current and future **Category 5 enhanced** applications, such as:
100 Base TX, 100 Base VG AnyLan, 155 ATM and 1000 Base-T (**Gigabit Ethernet**), FDDI.

Key features and Standards

- General standards: **ISO/IEC 11801 2nd edition (2002)**, **EN 50173 2nd edition (2001)**, **ANSI/TIA/EIA 568-b.2 (2002)**
- Provides extended performance far in excess of industry standards
- Ideal for use in high bandwidth applications up to 350 MHz

Construction & Dimensions



- Construction: Unshielded 4 twisted bonded pairs
- Conductor: Solid bare copper
- Conductor diameter: AWG 24 (0,51 mm)
- Conductor insulation material: Polyolefine
- Diameter over insulation: 0,95 mm
- Ripcord: Polyester
- Jacket material: Flame retardant PVC
- Outer diameter: 5,0 mm

Pair 1	White-Blue/Blue
Pair 2	White-Orange/Orange
Pair 3	White-Green/Green
Pair 4	White-Brown/Brown

Colour identification according to IEC 60304

Electrical characteristics (at 20 °C)

Nominal mutual capacitance at 1 kHz	50 nF/km
Maximum conductor DCR	93.5 Ohm/km
NVP - Nominal Velocity of Propagation	0.70 c
SKEW - Propagation delay difference (100 MHz)	typical ≤ 10 ns/100m
Impedance 1-100 MHz	100 ± 15 Ohm
Impedance 100-200 MHz	100 ± 18 Ohm
Impedance 200-310 MHz	100 ± 20 Ohm
Impedance 310-350 MHz	100 ± 22 Ohm

General and environmental characteristics

Temperature range - operation/storage	-20°C - +80°C
Temperature range - installation	+0°C - +50°C
Minimum bending radius - operation	6 mm
Minimum bending radius - installation	40 mm
Maximum pulling tension	80 N
Flame retardancy	IEC 332-1
Caloric value	305 kJ/m
Weight (approx.)	30 kg/km
Maximum operating voltage	300 V rms
Maximum continuous current per conductor (25°C)	1.4 A

Electrical characteristics (at 20 °C)

Attenuation

Frequency	1	4	10	16	20	31.2	62.5	100	155	200	310	350	MHz
Spec. (Max.) ¹⁾	-	4.1	6.5	8.3	9.3	11.7	17.0	22.0	28.1	32.4	41.8	44.9	dB/100m
Typical	[1.9]	3.9	6.2	7.9	8.9	11.2	16	19.8	25.0	28.5	32.0	38.5	dB/100m

NEXT (Near end crosstalk)

Frequency	1	4	10	16	20	31.2	62.5	100	155	200	310	350	MHz
Spec. (Min.) ¹⁾	-	56.3	50.3	47.3	45.8	42.9	41.4	35.3	32.4	30.8	29.3	27.1	dB/100m
Typical	[73]	64	58	55	54	51	47	44	40	38	36	35	dB/100m

Power sum NEXT

Frequency	1	4	10	16	20	31.2	62.5	100	155	200	310	350	MHz
Spec. (Min.) ¹⁾	-	53.3	47.3	44.3	42.5	39.9	38.4	32.3	29.4	27.8	26.3	24.1	dB/100m
Typical	[71]	62	56	53	52	49	45	42	38	36	34	33	dB/100m

Power sum ELFEXT

Frequency	1	4	10	16	20	31.2	62.5	100	155	200	310	350	MHz
Spec. (Min.) ¹⁾	-	49.0	21.0	36.9	35.0	31.1	25.1	21.0	17.2	15.0	13.0	10.1	dB/100m
Typical	[71]	59	51	46	43	39	33	28	25	23	19	18	dB/100m

Power sum ACR

Frequency	1	4	10	16	20	31.2	62.5	100	155	200	310	350	MHz
Spec. (Min.)	-	49	41	36	33	28	21	10	1	-	-	-	dB/100m
Typical	[69]	59	50	45	43	38	29	22	13	8	-	-	dB/100m

Return Loss

Frequency	1	4	10	16	20	31.2	62.5	100	155	200	310	350	MHz
Spec. (Min.) ¹⁾	-	23	25	25	25	23.6	21.5	20.1	18.8	18.0	17.3	17.3	dB/100m
Typical	[31]	33	40	42	42	42	41	41	37	37	35	34	dB/100m

¹⁾: Specification values according to cable requirements of ISO/IEC 11801 category 5 enhanced, Sept. 2002.

Note: Values between brackets are for information only

Ordering information

MARKING

Text on the cable jacket Inkjet printing

**BELDEN DATATWIST® 350 1700E UTP CAT5E 4PR AWG24 ISO/IEC 11801
EN50173 -- TESTED TO 350 MHZ --VERIFIED 100 OHM**

Meter marking: Yes

JACKET COLOUR

Colour	RAL code
Grey	RAL 7032
Blue	RAL 5015

PACKAGING (PUT UP)

305m Unreel Box and 305m, 500m and 1000m Crate Reels

PŘÍLOHA 2- Optický kabel Belden GUMT- 808



Mini-Breakout Cables (Distribution) Universal A/I-VQ(ZN)H Standard Rodent Protection

Product Datasheet
GUMT

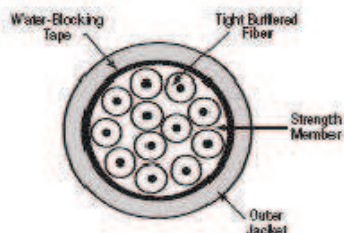
Application

- Structured (premises) wiring systems: **campus and/or building backbone (riser) and/or horizontal cabling.**
- Support all computer network applications such as FDDI, Gigabit Ethernet and ATM.
- Easy to install in ducts, tunnels and trenches. Not recommended for direct burial.

Key features

- These cables are **halogen-free** (= FRNC and LSNH) and watertight and therefore suitable for internal and external use. Consequently splicing can be avoided and the installation gets more cost-effective.
- These cables are **all dielectric** (metal-free).
- Predicted lifetime > 30 years..

Construction & dimensions



Cable specifications (construction in accordance with IEC 60794)

1. Swellable reinforced yarns as common strength members and for the longitudinal watertightness.
2. Primary coated optical fibres: $\varnothing 280 \pm 15 \mu\text{m}$.
3. Tight buffered fibres: $\varnothing 0.9 \pm 0.1 \text{ mm}$. Colour coding of the buffered fibres:
white – red – blue – yellow – green – violet – brown – black – orange – turquoise – pink – grey
of the fibres 1 – 12 the secondary coating is coloured
of the fibres 13 – 24 the primary coating is coloured and the secondary coating is transparent.
4. Swellable tape.
5. Orange halogen-free (FRNC/LSNH) outer jacket.
Identification: BELDEN OFC – "cable type" – "number x type of fibre" + date-, meter- and P/N-marking.

Mechanical data

No. of fibres	4	6	8	12	16	24
\varnothing nom. (mm)	5.4	5.9	5.9	7.6	8.6	9.6
Max. pulling tension (N)	400	450	450	500	500	600
Energy of flame (kJ/m)	296	347	371	622	845	1082
Weight (kg/km)	26	30	32	45	53	65

Optical characteristics

Characteristics (cabled) Single-Mode - Matched-Cladded optical fibres according to ITU-G.652

European Partnumber Coding, position 5	Fibre-type	Mode-Field Diameter (µm)	Wave-length (nm)	Attenuation average/max. (dB/km)	Dispersion (ps/(nm·km))	PMD (ps/√km)	Cable Cut-off Wavelength (nm)	Refr. Index
8	9/125-OS1 ITU-G.652D	9.2 ± 0.4 125 ± 0.7	1310 1550	0.35 / 0.5 0.21 / 0.3	≤ 3.5 ≤ 18	≤ 0.2	≤ 1260	1.467 1.467

Characteristics (cabled) Single-Mode (Matched-Cladded optical fibres according to ITU-G.655

European Partnumber Coding, position 5	Fibre-type	Mode Field Diameter (µm)	Wave-length (nm)	Attenuation average/max. (dB/km)	Dispersion range (ps/(nm·km))	PMD (ps/√km)	Cable Cut-off Wavelength (nm)	Refr. Index
7	9/125	8.4 ± 0.6 125 ± 1	1550	0.25 / 0.28	3.5 – 8.5	≤ 0.1 ^A	≤ 1260	1.470

Note A: Link design value

Characteristics (cabled) Multi-Mode - Graded-Index optical fibres according to IEC 60793

European Partnumber Coding, position 5	Fibre-type	Core/Cladding Diameter (µm)	Wave-length (nm)	Attenuation average/max. (dB/km)	Bandwidth (MHz·km)	Ethernet Performance (m)		Numerical Aperture (µm)	Refr. Index
						1GbE	10GbE		
1	62.5/125 OM1	62.5 ± 2.5 125 ± 1	850 1300	3.0 / 3.2 0.7 / 0.9	≥ 200 ≥ 600	275 550	33 n.a.	0.275 ± 0.015	1.495 1.490
5	50/125 OM2	50 ± 2.5 125 ± 1	850 1300	2.6 / 2.8 0.6 / 0.9	≥ 500 ≥ 500	600 600	82 n.a.	0.20 ± 0.015	1.481 1.476
2	50/125 OM2	50 ± 2.5 125 ± 1	850 1300	2.6 / 2.8 0.6 / 0.9	≥ 600 ≥ 1200	600 600	82 n.a.	0.20 ± 0.015	1.481 1.476
4	50/125 OM2e	50 ± 2.5 125 ± 1	850 1300	2.6 / 2.8 0.6 / 0.9	≥ 600 ≥ 1200	750 2000	110 na	0.20 ± 0.015	1.481 1.476
3	50/125 OM3	50 ± 2.5 125 ± 1	850 1300	2.6 / 2.8 0.6 / 0.9	≥ 1500 ≥ 500	900 550	300 n.a.	0.20 ± 0.015	1.482 1.477
6	50/125 OM3+	50 ± 2.5 125 ± 1	850 1300	2.6 / 2.8 0.6 / 0.9	≥ 6000 ≥ 500	900 550	550 n.a.	0.20 ± 0.015	1.482 1.477

A test report (attenuation) is supplied with each delivery.

Mechanical, physical and/or environmental

Temperature range according to IEC 60794-1-2-F1

Transport/storage	- 30 to + 70 °C
Installation	- 5 to + 50 °C
Operation	- 30 to + 70 °C

Pulling tension according to IEC 60794-1-2-E1

See table with dimensions

Bending radii for fibres and tubes

Installation/operation	> 25 mm
------------------------	---------

Strippability

Secondary coating only	≤ 10 cm
Secondary + primary coating	≤ 10 mm

Watertightness according to IEC 60794-1-2-F5

Crush resistance according to IEC 60794-1-2-E3

Tight buffer	≤ 4000 N /m
Cable	≤ 4000 N /m

Bending radii cable

Static according to IEC 60794-1-2-E11	– 15 x Ø
Dynamic according to IEC 60794-1-2-E6	– 20 x Ø

Halogen-free according to IEC 60754-2 (HD 602)
Corrosivity pH ≥ 3.5 - $\mu\text{S}/\text{cm} \leq 100$

Flame retardancy according to IEC 60332-2



Guide to installation and handling

- When laying and installing optical fibre cables it is vitally important not to exceed the specified values set for pulling tension, bending radii and temperature. The installation methods have to be in accordance with the common standards.
- To ease insertion into tubes certified lubricants (e.g. paraffin) may be used. The use of soap or similar substances as lubricants is strictly prohibited.
- If a cable needs to be fastened, constrictions ≥ 0.3 mm must be prevented.
- It is advisable to cap the cable-ends during storage.

Options

- Indoor Mini-Breakout cables with tight buffered fibres or with excellent strippable dry semi-light buffered fibres.
- Non-standard cable constructions with improved rodent protection, colours, details and/or additional information regarding specifications are available on request.

Ordering information

Belden European Part Numbers

Fibre-type/-count	4	6	8	12	16	24
62.5/125-OM1	GUMT104	GUMT106	GUMT108	GUMT112	GUMT116	GUMT124
50/125-OM2 BW 600/1200	GUMT204	GUMT206	GUMT208	GUMT212	GUMT216	GUMT224
50/125-OM3	GUMT304	GUMT306	GUMT308	GUMT312	GUMT316	GUMT324
50/125-OM2e	GUMT404	GUMT406	GUMT408	GUMT412	GUMT416	GUMT424
50/125-OM2 BW 500/500	GUMT504	GUMT506	GUMT508	GUMT512	GUMT516	GUMT524
50/125-OM3+	GUMT604	GUMT606	GUMT608	GUMT612	GUMT616	GUMT624
9/125-OS1 ITU G.655	GUMT704	GUMT706	GUMT708	GUMT712	GUMT716	GUMT724
9/125-OS1 ITU G.652D	GUMT804	GUMT806	GUMT808	GUMT812	GUMT816	GUMT824
Std. plywood reel (non-returnable)	Ø560*336mm 4.25kg	Ø800*475mm, 7.65 kg		Ø1000*530mm, 18kg		
Std. delivery length	2100 ± 100 m					

Updates

Revised:

Revision number	Description	Date	Initials
01	Introduction revised version	24/04/07	SN
02			
03			
04			

PŘÍLOHA 3- Seznam kabelů a zásuvek

č.	Rozvaděč	Patch panel		Zásuvka			Kabel		
		Číslo	Port	Typ	Číslo	Port	Označení	Délka	Typ
1	RD01	PP01.01	01.01.01a	Solarix SX4	01.01.01	a	01.01.01a	20	BE-1700E
2	RD01	PP01.01	01.01.01b	Solarix SX4	01.01.01	b	01.01.01b	20	BE-1700E
3	RD01	PP01.01	01.01.01c	Solarix SX4	01.01.01	c	01.01.01c	20	BE-1700E
4	RD01	PP01.01	01.01.01d	Solarix SX4	01.01.01	d	01.01.01d	20	BE-1700E
5	RD01	PP01.01	01.01.02a	Solarix SX4	01.01.02	a	01.01.02a	32	BE-1700E
6	RD01	PP01.01	01.01.02b	Solarix SX4	01.01.02	b	01.01.02b	32	BE-1700E
7	RD01	PP01.01	01.01.02c	Solarix SX4	01.01.02	c	01.01.02c	32	BE-1700E
8	RD01	PP01.01	01.01.02d	Solarix SX4	01.01.02	d	01.01.02d	32	BE-1700E
9	RD01	PP01.01	01.01.03a	Solarix SX4	01.01.03	a	01.01.03a	44	BE-1700E
10	RD01	PP01.01	01.01.03b	Solarix SX4	01.01.03	b	01.01.03b	44	BE-1700E
11	RD01	PP01.01	01.01.03c	Solarix SX4	01.01.03	c	01.01.03c	44	BE-1700E
12	RD01	PP01.01	01.01.03d	Solarix SX4	01.01.03	d	01.01.03d	44	BE-1700E
13	RD01	PP01.01	01.02.01a	Solarix SX4	01.02.01	a	01.02.01a	2	BE-1700E
14	RD01	PP01.01	01.02.01b	Solarix SX4	01.02.01	b	01.02.01b	2	BE-1700E
15	RD01	PP01.01	01.02.01c	Solarix SX4	01.02.01	c	01.02.01c	2	BE-1700E
16	RD01	PP01.01	01.02.01d	Solarix SX4	01.02.01	d	01.02.01d	2	BE-1700E
17	RD01	PP01.01	01.04.01a	Solarix SX4	01.04.01	a	01.04.01a	16	BE-1700E
18	RD01	PP01.01	01.04.01b	Solarix SX4	01.04.01	b	01.04.01b	16	BE-1700E
19	RD01	PP01.01	01.04.01c	Solarix SX4	01.04.01	c	01.04.01c	16	BE-1700E
20	RD01	PP01.01	01.04.01d	Solarix SX4	01.04.01	d	01.04.01d	16	BE-1700E
21	RD01	PP01.01	01.04.02a	ABB	01.04.02	a	01.04.02a	57	BE-1700E
22	RD01	PP01.01	01.04.02b	ABB	01.04.02	b	01.04.02b	57	BE-1700E
23	RD01	PP01.01	01.05.01a	Solarix SX2	01.05.01	a	01.05.01a	46	BE-1700E
24	RD01	PP01.01	01.05.01b	Solarix SX2	01.05.01	b	01.05.01b	46	BE-1700E
25	RD01	PP01.02	01.06.01a	Solarix SX4	01.06.01	a	01.06.01a	59	BE-1700E
26	RD01	PP01.02	01.06.01b	Solarix SX4	01.06.01	b	01.06.01b	59	BE-1700E
27	RD01	PP01.02	01.06.01c	Solarix SX4	01.06.01	c	01.06.01c	59	BE-1700E
28	RD01	PP01.02	01.06.01d	Solarix SX4	01.06.01	d	01.06.01d	59	BE-1700E
29	RD01	PP01.02	01.07.01a	Solarix SX2	01.07.01	a	01.07.01a	31	BE-1700E
30	RD01	PP01.02	01.07.01b	Solarix SX2	01.07.01	b	01.07.01b	31	BE-1700E
31	RD01	PP01.02	01.07.02a	ABB	01.07.02	a	01.07.02a	75	BE-1700E
32	RD01	PP01.02	01.07.02b	ABB	01.07.02	b	01.07.02b	75	BE-1700E
33	RD01	PP01.02	FO 01a	---	---	---	FO 01	70	GUMT-808
34	RD01	PP01.02	FO 02a	---	---	---	FO 02		---
35	RD02	PP02.01	02.09.01a	ABB	02.09.01	a	02.09.01a	64	BE-1700E
34	RD02	PP02.01	02.09.01b	ABB	02.09.01	b	02.09.01b	64	BE-1700E
35	RD02	PP02.01	02.09.02a	ABB	02.09.02	a	02.09.02a	75	BE-1700E
36	RD02	PP02.01	02.09.02b	ABB	02.09.02	b	02.09.02b	75	BE-1700E
37	RD02	PP02.01	02.10.01a	Solarix SX2	02.10.01	a	02.10.01a	22	BE-1700E
38	RD02	PP02.01	02.10.01b	Solarix SX2	02.10.01	b	02.10.01b	22	BE-1700E
39	RD02	PP02.01	02.11.01a	ABB	02.11.01	a	02.11.01a	52	BE-1700E
40	RD02	PP02.01	02.11.01b	ABB	02.11.01	b	02.11.01b	52	BE-1700E
41	RD02	PP02.01	02.12.01a	ABB	02.12.01	a	02.12.01a	63	BE-1700E
42	RD02	PP02.01	02.12.01b	ABB	02.12.01	b	02.12.01b	63	BE-1700E
43	RD02	PP02.01	02.13.01a	Solarix SX2	02.13.01	a	02.13.01a	2	BE-1700E
44	RD02	PP02.01	02.13.01b	Solarix SX2	02.13.01	b	02.13.01b	2	BE-1700E
45	RD02	PP02.01	02.13.02a	ABB	02.13.02	a	02.13.02a	40	BE-1700E
46	RD02	PP02.01	02.13.02b	ABB	02.13.02	b	02.13.02b	40	BE-1700E
47	RD02	PP02.01	02.15.01a	Solarix SX2	02.15.01	a	02.15.01a	16	BE-1700E
48	RD02	PP02.01	02.15.01b	Solarix SX2	02.15.01	b	02.15.01b	16	BE-1700E
49	RD02	PP02.01	02.15.02a	Solarix SX2	02.15.02	a	02.15.02a	21	BE-1700E
50	RD02	PP02.01	02.15.02b	Solarix SX2	02.15.02	b	02.15.02b	21	BE-1700E
51	RD02	PP02.01	02.18.01a	ABB	02.18.01	a	02.18.01a	43	BE-1700E
52	RD02	PP02.01	02.18.01b	ABB	02.18.01	b	02.18.01b	43	BE-1700E
53	RD02	PP02.01	FO 01a	---	---	---	FO 01	70	GUMT-808

PŘÍLOHA 4- Zapojení patch panelů

Patch panel

PP01.01	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	01.01.01a	01.01.01b	01.01.01c	01.01.01d	01.01.02a	01.01.02b	01.01.02c	01.01.02d	01.01.03a	01.01.03b	01.01.03c	01.01.03d	01.02.01a	01.02.01b	01.02.01c	01.02.01d	01.04.01a	01.04.01b	01.04.01c	01.04.01d	01.04.02a	01.04.02b	01.05.01a	01.05.01b
PP01.02	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	01.06.01a	01.06.01b	01.06.01c	01.06.01d	01.07.01a	01.07.01b	01.07.02a	01.07.02b														FO.02a	FO.01a	
PP02.01	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	02.09.01a	02.09.01b	02.09.02a	02.09.02b	02.10.01a	02.10.01b	02.11.01a	02.11.01b	02.12.01a	02.12.01b	02.13.01a	02.13.01b	02.13.02a	02.13.02b	02.15.01a	02.15.01b	02.15.02a	02.15.02b	02.18.01a	02.18.01b				FO.01a

PŘÍLOHA 5- Tabulka nákladů

Material	Výrobce	Označení	Jednotka	Množství	Jednotková cena s DPH	Celková cena s DPH
UTP kabel	Belden	BE-1700E	m	1886	6,60 Kč	12 447,60 Kč
FO singlemode	Belden	GUMT-808	m	70	28,22 Kč	1 975,40 Kč
Zásuvková krabička	ABB	3903N-C06541 B	ks	8	147,00 Kč	1 176,00 Kč
Zásuvková krabička	Solarix	SX4-IN-0-GY	ks	6	434,00 Kč	2 604,00 Kč
Zásuvková krabička	Solarix	SX2-IN-0-GY	ks	6	363,00 Kč	2 178,00 Kč
Zásuvkový modul	Molex	Mosaic 22,5x45	ks	16	92,90 Kč	1 486,40 Kč
Zásuvkový modul	Solarix	SXKJ-IN-5E-UTP-BK	ks	36	128,00 Kč	4 608,00 Kč
Datový rozvaděč	Conteg	RUN-06-60/50-B	ks	2	5 986,00 Kč	11 972,00 Kč
Patch panel	Solarix	SX24M-0-STP-BK	ks	3	498,00 Kč	1 494,00 Kč
Vyvažovací lišta	Atrack	VP-01	ks	3	316,80 Kč	950,40 Kč
Napájecí lišta	Acar	504Wf	ks	2	790,80 Kč	1 581,60 Kč
UTP modul keystone	Molex	KSJ-00032-04	ks	50	81,60 Kč	4 080,00 Kč
FO modul keystone						
sinlemode	Panduit	NKSOJBU	ks	3		- Kč
Drobný instalační materiál						3 000,00 Kč
Náklady na materiál síťových prvků						
Kabelový žlab	Arkys	M2 50/50	m	367	70,80 Kč	25 983,60 Kč
Kabelový žlab	Arkys	M2 100/50	m	94	88,80 Kč	8 347,20 Kč
Kabelový žlab instalační materiál						9 000,00 Kč
Celkové náklady na materiál včetně instalačního mat.						
92 884,20 Kč						